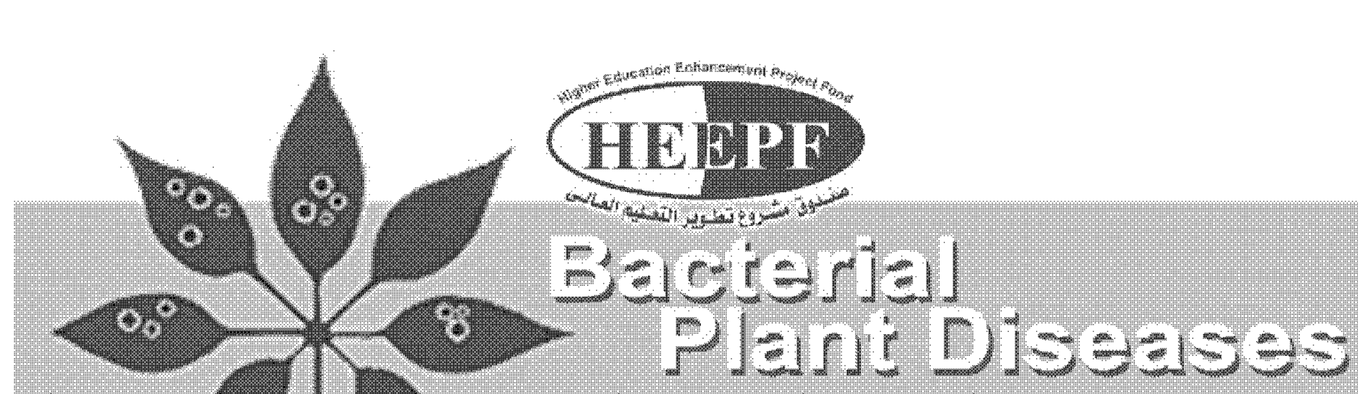


Bacterial Plant Diseases

أمراض النبات البكتيرية





المـــادة العلمية

دكتور/ محمد عبد الرحمن الوكيل

أستاذ أمراض النبات - كلية الزراعة
جامعة المنصورة ـ مصر

٢٠٠٦

إهداء

أهدى هذا الانتاج العلمى

إلى المكتبة العربية

وأبنائى الطلاب والعاملين فى مجال الزراعة

والله الموفق

د. محمد عبد الرحمن الوكيل
أستاذ أمراض النبات
e-mail: mawakil@mans.edu.eg



اهداف المشروع

يهدف المشروع إلى تنمية مواهب وقدرات الطالب الجامعي عن طريق دفعه للتعليم الذاتي والتعاوني وتشجيعه على الابتكار والاختراع والاتصال بشبكة المعلومات في مجال التخصص ليصبح خريجاً فنياً ملماً بالمعلومات المتجددة الحديثة قادراً على التعامل مع التقنيات الجديدة ونظم المعلومات مستطيعاً محاكاة التقنيات الحديثة ومتابعة المستجدات في سهولة ويسر. الأمر الذي يؤهله لإدارة مشروع استثماري خاص به يتواءم مع حاجة الإقليم معتمداً على نفسه كمنتج صغير قادر على الابتكار. وهو ما يتفق مع السياسة العامة للدولة من حيث تخفيف التزامها بتشغيل الخريجين مما يؤدى بدوره إلى الحد من البطالة وزيادة الدخل القومي ورفع مستوى المعيشة للأفراد.

مدير المشروع
ومنسق برامج تحديث وتطوير المحتوى العلمي في مجال أمراض النبات

د. محمد عبد الرحمن الوكيل
أستاذ أمراض النبات
e-mail: mawakil@mans.edu.eg

تقديم

أمراض النبات البكتيرية Bacterial Plant Pathology هو أحد فروع أمراض النبات تختص بدراسة الأمراض النباتية المتسببة عن الإصابة بكائنات حيه بدائية النواه Prokaryotes مثل البكتيريا الحقيقية Eubacteria ، الاكتينوميسيتات Actinomycetes ، الفيتوبلازما Phytoplasma ، والمسماه سابقاً Mycoplasmalike Organisms والسبيروبلازما Spiroplasma ويتعرض هذا العلم إلى دراسة تقسيم هذه الكائنات ودراسة صفاتها المورفولوجية والوراثية والسيتولوجية - والمرضية ... الخ. كما يطلق عليها أيضاً أسم البكتيريولوجيا النباتية ويرتبط هذا العلم بالعديد من الفروع الأخرى التى تعتبر أساسية لدراستة حتى يمكن استيعابه ومنها علوم الميكروبيولوجيا - النبات - الوراثة - الكيمياء الحيوية - الفيزياء - فسيولوجيا النبات - المحاصيل - علوم التربة - البيولوجيا الجزئية والأرصاد الجوية.

أهمية أمراض النبات البكتيرية

Important of Bacterial Plant Diseases

- مازالت التقديرات الخاصة بحساب الفاقد الناشئ عن الإصابة بهذه الكائنات فى مرحلة أولية والمتاح منها محدود للغاية على سبيل المثال مرض التقرح البكتيرى Bacterial Canker والذى ينتشر فى أسيا وأفريقيا والبرازيل والولايات المتحدة قد تسبب فى هلاك ملايين من أشجار الموالح فى فلوريدا بالولايات المتحدة فى عام ١٩١٠ ثم مرة أخرى عام ١٩٨٠ ثم تكرر ذلك فى عام ١٩٩٠.
- كما تصاب الكمثرى والتفاح بمرض اللفحة النارية Fire Blight Of Pome Fruits فى الولايات المتحدة وأوربا وشمال أفريقيا وتؤدى الإصابة إلى هلاك أعداد هائلة من هذه الأشجار سنوياً.
- أما مرض إصفرار الخوخ Peach Yellows الذى تسببة الفيتوبلازما والذى ينشر فى شرق الولايات المتحدة وروسيا فقد تسبب فى هلاك أكثر من عشرة ملاين شجرة.
- وعن تدهور الكمثرى Pear Decline الذى ينتشر فى ولايات المحيط الهادىء (هاوى وباقى الجذر) وأروبا فقد تسبب فى الستينات من القرن الماضى فى هلاك ملاين من أشجار الكمثرى.
- وتعتمد أهمية أمراض النبات البكتيرية على القيمة الإقتصادية للمحاصيل المنزرعة فى المنطقة التى يحدث فيها الإصابة لذلك يحدث التباين فى أهميتها من مكان لآخر.
- ومن ناحية أخرى فإن المقاومة الكيماوية لأمراض النبات البكتيرية ذات كفاءة محدودة لعدم وجود أنواع مختلفة من هذه الكيماويات ذات قدرة على مهاجمة هذه الكائنات وبذلك يظل أسلوب المقاومة الكيماوية لأمراض النبات موضع تساؤل ودراسة منذ حوالى خمسة عشر عام فى أنحاء مختلفة من الدول الصناعية.

الوحدة التعليمية الأولى

- تتناول نبذه تاريخية عن أمراض النباتات البكتيرية بدأ من اكتشافها وأعراض الإصابة بها وصفات هذه البكتريا بالنسبة للأنواع الأخرى التى تصيب الإنسان والحيوان وتركيب الخلية البكتيرية وطرق أنقسامها ومعدل تكاثرها فى الطبيعة وطرق تواجداها وانتشارها - ثم كيفية التعرف عليها وعزلها من التربة أو النبات المصاب وطرق دراستها من تنقية - وحفظ والتعرف عليها.

- وتتناول الوحدة أيضاً التركيب الكيماوى للخلايا البكتيرية الممرضة للنبات سواء كانت موجبة أو سالبة .

الوحدة التعليمية الثانية

- تتناول الطرق المختلفة لتشخيص أمراض النبات البكتيرية والتى تظهر فى صور تبقعات أوراق - تخطيط - لفحات - أوراق - عفن طرى - ذبول وعائى بدأ من جمع العينات - ثم الفحص الميكرسكوبى والعزل بطرقة المختلفة ثم أختبارات العدوى المختلفة.

الوحدة التعليمية الثالثة

- تتناول هذه الوحدة الكيفية التى يلجأ إليها النبات للتحقق من طبيعة البكتيريا المهاجمة له والتى تتباين بين نوع البكتيريا من التوافق والإنسجام إلى التنافر - إلى محتوى سطح الخلية من عديدات التسكر.

الوحدة التعليمية الرابعة

- تنـاقش هذه الوحـدة طـرق تقـدير وتعريـف البكتيريـا فـى الأنسـجة المخـتلفـة والتـى تتبـاين بين طـرق مباشرة وطرق غير مباشرة.

الوحدة التعليمية الخامسة

- تتطرق هذه الوحدة إلـى مناقشة طرق المقاومـة المختلفـة لأمراض النبـات البكتيريـة ثم حصر لأهم المركبات الكيماوية المستخدمة فى مقاومتها وتركيبتـها البنائى ومصادر إنتاجها.

الوحدة التعليمية السادسة

- تتعرض هذه الوحدة لنماذج من الأمراض البكتيريـة الشـائعة على المحاصيل المختلفة مـن حيث أسم البكتيريا المسببة للمرض وأعراض الإصابة وطريقة مهاجمتها للعائل ثم طرق المقاومة.

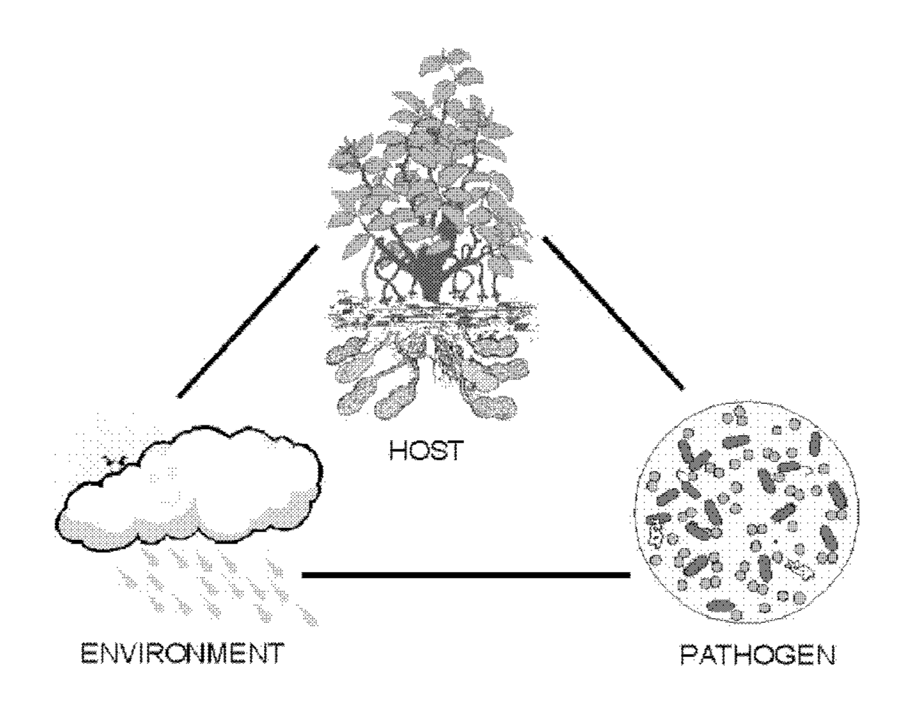
المحتويات

نبذة تاريخية عن أمراض النبات البكتيرية

- أكتشفت البكتيريا كمسببات لأمراض النبات عام ١٨٧٨ على يد العالم توماس بريل Thomas Burrill أستاذ النبات فى جامعة الينوى Illinois بالولايات المتحدة الأمريكية وهو أحد طلاب لويس باستير. فبينما كان يخدم فى سلك الإرشاد الزراعى لحل المشاكل المرضية إنتشرت أعراض لفحة على أشجار الكمثرى سببت هلاك الاف الأشجار المنزرعة. وبمحاولاتة المستمرة لمعرفة المسبب وتطبيق فروض كوخ أمكنة عزل بكتيريا من هذه الأشجار المصابة وبتنميتها فى مزرعة نقية مستخدماً نفس الأسلوب المتبع فى دراسة البكتيريا الممرضة للأنسان والحيوان والتى تعلمها على يد أستاذة لويس باستير أمكنة إثبات ان المسبب المرضى هو نفس البكتيره المعزولة. وقد أسماها *Micrococcus amylovorus* وقد ظهر بعد ذلك أن هذة البكتيره منتشرة فى بقاع كثيرة من العالم وتسمى حالياً *Erwinia amylovora*. وبذلك فقد كان بريل أول من أكد أن هناك بكتيريا تسبب أمراضاً للنبات. توالت الإكتشافات فيما بعد حيث أكتشفت أنواع كثيرة من البكتيريا المسببة للأمراض النباتية. وقد أعتقد البعض فى تلك الأونة أن البكتيره المسببة للفحة النارية تحدث كعدوى ثانوية. إلا أنه فى سنة ١٩٢٠ حُسم هذا الأعتقاد وثبت بالدليل القاطع أن البكتيره *E. amylovora* هى المسبب الحقيقى لمرض اللفحة النارية.

١- البكتيريا وأمراض النبات

- يهاجم النباتات حوالى مائتى نوعاً من البكتيريا مسببة أمراضاً نباتية. والبكتيريا كائنات إختيارية التطفل أى أنها تعيش معيشة رمية فى العادة، وعند وجود العائل النباتى المناسب فإنها تصيبة وتعيش علية معيشة طفيلية.
- ومن الناحية الوراثية فهى كائنات دقيقة تحتوى على نواة بدائية غير مميزة تتبع مملكة الكائنات ذات النواه البدائية ProKaryotae حيث تحتوى الخلية البكتيرية على كروموسم حلقى ، ولا يوجد غشاء نووى أو أجسام داخلية تقابل الميتوكوندريا أو الكلوروبلاست.
- تنقسم الخلية البكتيرية إنقساماً ثنائياً بسيطاً لتنتج فى فترة وجيزة عدداً هائلاً من الخلايا. وتنتشر الأمراض البكتيرية أينما توفرت الرطوبة المعتدلة والجو الدافىء. وغالباً ما تصيب معظم أنواع النباتات ، وتحت ظروف بيئية مناسبة لها قد تدمر المحصول كلية.



شكل - ١

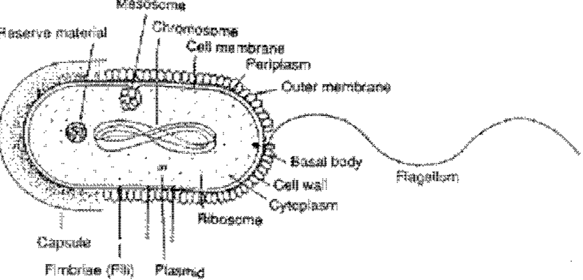
رسم تخطيطى يوضح العلاقة بين المسبب المرضى (Pathogen) والعائل (Host) والظروف البيئية (Environment) والتى تتكامل لاحداث الاصابة

١-١ صفات البكتيريا المسببة لأمراض النبات

- تأخذ معظم البكتيريا المسببة لأمراض النبات الشكل العصوى، ويشذ عن ذلك الجنس Streptomyces الخيطى الشكل. يتراوح حجم البكتيريا العصوية فى المزارع الحديثة بين ٠,٦-٣,٥ ميكروميتر طولاً ، ٠,٥ ـ ١ ميكروميتر قطراً. وفى المزارع القديمة أو عند درجات الحرارة العالية قد تظهر بعض أنواع البكتيريا العصوية أكثر طولاً، وأحياناً تظهر فى شكل خيطى، تنقسم بعض البكتيريا العصوية منتجة أشكالاً X أو Y أو أشكالاً متشعبة. كذلك قد توجد البكتيريا فى أزواج أو فى سلاسل قصيرة.
- يحاط الجدار الخلوى للبكتيريا فى معظم الأجناس بطبقة هلامية قد يكون رقيقاً ويسمى Slime Layer أوسميكاً ويسمى بالغلاف Capsule.
- يمثل الغلاف Envelope أهمية كبيرة فى إحداث القدرة المرضية حيث تتعرف البكتيريا على العئل المناسب لها عن طريق التفاعل بين الجدار الخلوى له وعديدات التسكر Polysaccharides ، الليبوبولى سكريدز Lipopolysaccharides للبكتيريا ومن ناحية أخرى فإن كل من التركيب الخارجى والداخلى للبكتيريا يلعبوا دوراً أساسياً فى عملية تقسيم البكتيريا.
- وتحتوى الخلايا البكتيرية على وحدات وراثية صغيرة قادرة على التناسخ التلقائى وتوريث صفاتها تسمى Plasmids تتركب من وحدات DNA حلقية فى وضع متكافئ Covalent ذات وزن 4- 200 kb وهذه تحمل صفات وراثية محدده مثل Sex Factors - إنتاج البكتريوسين - أستخدام مواد غذائية غير عادية - المقاومة للعقاقير - المقاومة للفاج - المقاومة للأشعة فوق البنفسجية UV - القدرة المرضية إلا أن هذه الوحدات لا تحمل العناصر الرئيسية اللازمة لحياه البكتيريا.
- ومن صفات هذه الوحدات الوراثية أنه يمكن التخلص منها دون أن تموت الخلايا البكتيرية وذلك بتنميتها على مضادات حيوية مثل Nitomycine أو بعض الصبغات المطفرة مثل Acridine Orange أو بتنميتها على درجة حرارة مرتفعة (٣٥ - ٤٠ ْم) أو بتنميتها على مركبات أخرى كمصدر وحيد للكربون كما فى تنمية سلالات البكتريا *Agrobaoterium tumefaciens* على أحماض أمينية غير عادية مثل Octopine & Nopaline.
- تحتوى معظم البكتيريا الممرضة للنبات على واحد أو أكثر من أنواع أخرى من الـ Plasmids ليس لها صفات وراثية مميزة يطلق عليا اسم Cryptic Plasmids وهذه الأنواع عادة ما تكون أكثر أستقراراً من الأنواع الأخرى حيث أن البكتيريا الممرضة للنبات لا تعيش فقط على الأنسجة النباتية بل تعيش أيضاً فى التربة وفى جسم الحشرات الناقلة وفى المياه وربما يكون لهذا النوع من البلازميدات قيمة فى حياه البكتيريا.

- كما يلاحظ أن الـ Plasmids عندما يكون قادراً على الإلتحام فى الكرموسوم والتناسخ معه يطلق عليه أسم Episome.
- تحتوى معظم البكتيريا المسببة لأمراض النبات على أسواط منتشرة على أجسامها وعادة ما تكون هذه الأسواط أطول من الخلية نفسها.

تحتوى الخلية البكتيرية لبعض الأنواع على سوط واحد بينما يحتوى البعض الأخر على خصلة من الأسواط فى طرف من الخلية، أو قد تحتوى على سوط واحد أو خصلة أسواط عند كل طرف وقد تتوزع الأسواط على كل السطح الخلوى (شكل-٢).

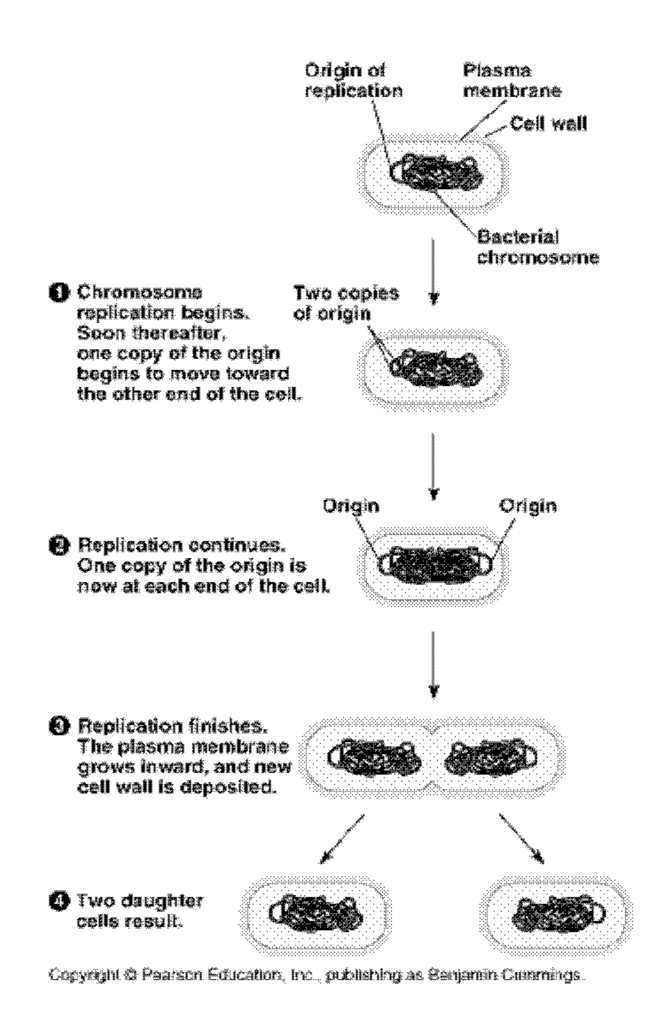


شكل -٢
التركيب الداخلى للخلية البكتيرية

- تتكون خلايا أنواع الجنس Streptomyces من خيوط متفرعة غير مقسمة قد تأخذ فى مجموعها شكلاً لولبياً وتنتج الجراثيم الكونيدية فى سلاسل محمولة على هيفات هوائية.
- تظهر البكتيريا عند فحصها ميكروسكوبياً شفافة ذات لون أبيض يميل للإصفرار وعادة ما يصعب مشاهدة التفاصيل الداخلية للخلايا بالمجهر العادى.
- عندما تتاح الفرصة لخلية بكتيرية ان تتكاثر على سطح بيئة غذائية فإنها تنتج وبسرعة كتلة من النمو مرئية تعرف بإسم مستعمرة. تختلف المستعمرات للأنواع المختلفة فى الحجم والشكل والإرتفاع والحافة واللون الخ . وهذه الصفات تساعد فى التعرف على هذه البكتيريا. يتراوح قطر المستعمرات بين ١ مم إلى عدة سنتيمترات. وهى أما دائرية أو بيضية أو ذات أشكالاً منتظمة. أما حوافها فاما ان تكون ناعمة أو متموجة أو ذات زوايا .. الخ. ومن ناحية الإرتفاع فأما ان تكون مستوية أو مرتفعة أو مجعدة ... الخ. أما من ناحية اللون فيمكن ان تكون مائلة للون الأبيض أو رمادية أو صفراء أو حمراء أو ذات الوان أخرى. وتفرز بعضها صبغات فى البيئة النامية عليها.
- تحتوى الخلية البكتيرية على جدار خلوى صلب نسبياً، كما تحتوى على غشاء خلوى داخلى. ومن خصائص الجدار الخلوى أنه يسمح بمرور المواد الغذائية واخراج مخلفات التغذية والإنزيمات وغيرها من المركبات. يوجد بداخل الخلية البروتوبلاست ويحاط بالغشاء السيتوبلازمى الذى يحدد درجة النفاذية الإختيارية للمركبات المختلفة من والى الخلية اما السيتوبلازم فيتكون من خليط من البروتينات والدهون والكربوهيدرات ومركبات أخرى ومعادن وماء.

٢-١ التكاثر فى البكتيريا

- تتزايد أعداد البكتيريا العصوية الممرضة للنبات عن طريق إنقسامها إنقساماً ثنائياً بسيطاً حيث يتكون نتوء فى منطقة الميزوسوم Mesosome. وفى أثناء هذه العملية يتضاعف الكروموسوم البكتيرى ثم يتوزع على الخليتين المتكونين يتبعه إنقسام السيتوبلازم إلى جزئين متماثلين ويتكون طبقتين من الجدر الخلوية فى منطقة الإنفصال تتصل بالجدار الخلوى الرئيسى. وعندما يتم تكوين هذه الجدر تنفصل الطبقتين المتكونتين وتنتج خليتين بكتيريتين.



شكل –٣
طريقة التكاثر الخلية البكتيرية حتى تنتج خليتين متشابهتين

ما هو معدل تكاثر البكتيريا فى الطبيعة؟

- تكاثر البكتيريا بمعدل سريع للغاية، فتحت الظروف المناسبة تنقسم الخلية البكتيرية لتكون خليتين فى فترة زمنية قد لا تزيد عن عشرون دقيقة. وبذلك يمكن أن تتكون مليون خلية بكتيرية من خلية واحدة فى فترة عشر ساعات.

- ### ما هو معدل تكاثر البكتيريا معملياً فى ظروف البيئة المحدودة؟

نظراً للعوامل المحددة للإنقسام. مثل كمية الغذاء، وتراكم المنتجات اليضية والعوامل المحددة للنمو فان معدل التكاثر لا يتم على وتيرة واحدة بل يقل بعد فترة وقد يتوقف

ويعرف ذلك بإسم منحنى النمو الطبيعى للبكتيريا والذى يتكون من أربعة أطوار هى :

١ ـ طور الركود أو التلكؤ : Lag phase

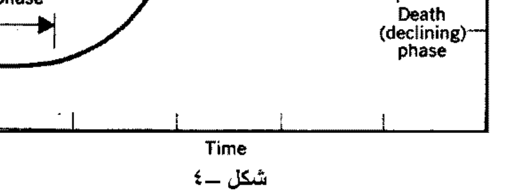
وفيه يكون معدل النمو مساوياً الصفر، أى ان عدد الخلايا يظل ثابتاً لفترة زمنية.

٢ ـ طور النمو اللوغارتيمى: Logphase

وفيه يصل معدل النمو إلى أقصى حد له. وتنقسم الخلايا بإنتظام ويكون الوقت الجيلى ثابت.

٣ ـ طور الثبات : Stationary phase

يكون معدل النمو مساوياً الصفر، اى ان التعداد يظل ثابت، أو بمعنى آخريتوقف الإنقسام أو يحدث توازن بين معدل التكاثر ومعدل موت الخلايا وذلك نتيجة لتراكم النواتج الأيضية السامة أو لنفاذ المواد الغذائية.



شكل ـ ٤

منحنى النمو البكتيرى فى المزارع المحدودة

٤ ـ طور الموت أو التدهور : Death or Decline phase

ويكون معدل النمو فيه سالب، اى يتدهور تعداد الخلايا الحية. فيحدث طوراً لوغاريتمياً لموت الخلايا عكس الطور اللوغاريتمى للنمو، واحياناً يطلق عليه الموت اللوغاريتمىPhase of Logarithmic Death ويتبع ذلك تحلل الخلايا البكتيرية بعد فترة وبالتالى تقل الكتلة الخلوية البكتيرية.

١-٣ أين تتواجد البكتيريا الممرضة للنبات وكيف تنتشر؟

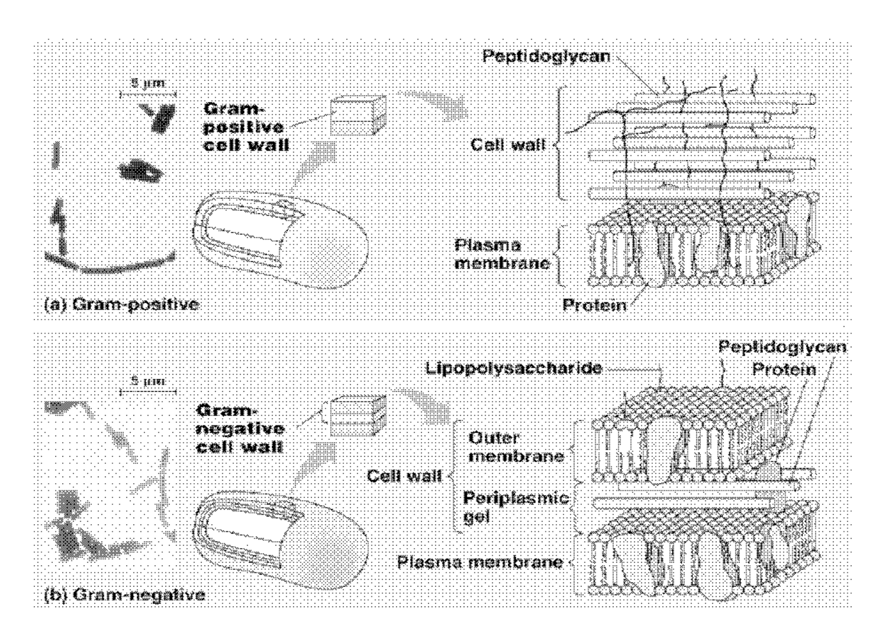
- تعيش معظم البكتيريا الممرضة للنبات فى أنسجة النبات المصابة، واحياناً كمترممات فى التربة. تتباين الأنواع المختلفة من البكتيريا فى درجة إنتشارها تحت الظروف البيئية المتماثلة فمثلاً بعض البكتيريات مثل *Erwinia amylovora* التى تسبب مرض اللفحة النارية فى الكمثرى تتكاثر فى أنسجة العائل بينما يقل تعدادها فى التربة بسرعة كبيرة. وبذلك فلا تساهم التربة فى إنتشار المرض من موسم لآخر، وتعتمد فى إنتشارها على الحشرات غالباً، فربما أن طبيعة تواجد البكتيريا الدائم فى أنسجة النبات وفى الأجزاء الخضرية وفى الجذور قد أفقدها القدرة على المعيشة فى التربة. وفى بعض البكتيريات الأخرى مثل البكتيره *Agrobacterium tumefaciens* التى تسبب مرض التدرن التاجى فإنها تتكاثر فى أنسجة العائل ولكن تعدادها يقل عندما تتحرر فى التربة، فإذا نما عائل قابل للإصابة فى مثل هذه التربة فإن تعداد البكتيره يزداد فيها نتيجة العدوى. وفى بعض البكتيريا الأخرى من اجناس Erwinia و Pseudomonas يتزايد تعدادها فى التربة.
- عندما تتواجد البكتيريا فى التربة فغالباً ما تعيش على الأنسجة النباتية، وقليلاً ما تعيش مترممة أو على إفرازاتها التى تحميها من العوامل الغير ملائمة لها. ويمكن للبكتيريا ايضاً ان تعيش فى أو على البذور أو فى أجزاء نباتيةأخرى أو فى الحشرات .... الخ.
- قد تعيش البكتيريا سطحياً فى البراعم والجروح Epiphytically أوداخل الأنسجة النباتية دون احداث ضرراً لها. تنتشر البكتيريا المسببة للأمراض النباتية من نبات لآخر أو من جزء على نفس النبات بواسطة المياه – الحشرات – الحيوان – الإنسان.
- هل للأسواط دوراً فى نشر البكتيريا المسببة لأمراض النبات؟
- لا تلعب الأسواط الموجودة على أجسام بعض الأنواع البكتيرية دوراً هاماً فى إنتقالها من مكان لآخر حيث انها لا تساعد إلا على الحركة لمسافات قصيرة جداً عندما تعتمد على نفسها فى الإنتشار.

١-٤ ما هى الطرق الرئيسية لإنتشار أمراض النبات البكتيرية؟

- تعمل مياه الأمطار على نشر البكتيريا من نبات لآخر على نفس النبات أو من التربة إلى الجزء السفلى من النبات كما تعمل مياه الرى على حمل البكتيريا إلى مناطق أخرى بعيدة حيث العوائل المناسبة، أما عن الحشرات فلا يقتصر فعلها على حمل البكتيريا إلى النباتات ولكنها تعمل أيضاً اثناء تلقيح النباتات على نشر البكتيريا. وفى بعض الأحوال تعتمد البكتيريا الممرضة للنبات كلياً فى حياتها وانتشارها على الحشرات. وفى أحوال أخرى فأن الحشرات يكون لها دوراً هاماً ولكن غير أساسى فى عملية الإنتشار. تعمل الطيور والقوارض التى تزور النباتات على حمل البكتيريا على أجسامها، بينما يعمل الإنسان على نقلها من نبات لآخر اثناء تنقلة وتعاملة فى الحقل، وكذلك يعمل على نقلها لمسافات بعيدة عن طريق نقل النباتات المصابة أو أجزاء منها أو بجلب مثل هذه النباتات المصابة إلى منطقتة. وفى الأحوال التى تصاب فيها البذور فإن البكتيريا تكون محمولة على أو فى البذور حيث تنتقل إلى مسافات قصيرة أو بعيدة بإحدى وسائل النقل المختلفة.

٥-١ كيف يمكن التعرف على البكتيريا الممرضة للنباتات؟

- يمكن عن طريق زراعة البكتيريا على بيئات خاصة التمييز بيم الأجناس المختلفة علماً بأن جنس Streptomyces يمكن تميزه بسهولة عن بقية الأجناس بتكوينة الميسيليوم المتفرع وكذلك الجراثيم الكونيدية التى يكونها. أما فيما يختص بالتمييز بين أجناس البكتيريا العصوية فهى عملية صعبة ومعقدة حيث لا تعتمد فقط على الصفات المرئية كالحجم والشكل والتركيب واللون، بل تحتاج إلى دراسة صفاتها الكيماوية والأنتجيينية ونشاطها الإنزيمى وطرق تغذيتها وقدرتها المرضية ودرجة اصابتها بالفيروسات البكتيريه ونموها على البيئات الإختيارية. فمن ناحية حجم وشكل البكتيريا. فأن هذه الصفة تختلف بإختلاف عمر المزرعة وتركيبها ودرجة pH للبيئة ودرجة الحرارة وطريقة الصبغ، فتحت ظروف معينة يمكن الإعتماد إلى حد ما على شكل الخلايا وترتيبها فى التعرف على بعض الصفات. ويمكن الإستعانة أيضاً بوجود أو عدم وجود الأسواط وترتيبها على سطح الخلية وذلك بصبغ الأسواط بصبغة خاصة أو بواسطة الميكروسكوب الألكترونى.
- يمكن الكشف عن التركيب الكيميائى لبعض المركبات فى خلايا البكتيريا بواسطة بعض طرق الصبغ المتخصصة حيث تفيد هذه المعلومات فى المساعدة على التعرف على البكتيريا.
- تساهم إستجابة أو عدم إستجابة الخلايا البكتيرية لصبغة الجرام فى التمييز بين البكتيريا ولتضعها فى مجموعتين موجبة أو سالبة لصبغة جرام.
- اما بالنسبة لتغذية البكتيريا فيمكن منها الاستدلال على قدرة البكتيريا على إستخدام أو عدم إستخدام مركب معين كمادة غذائية. فالإنزيمات التى تفرزها البكتيريا خارجياً فى البيئة لتحليلها والتغذية عليها يمكن أن تتخذ كأحد الوسائل فى التعرف على البكتيريا.
- وبخصوص القدرة المرضية للبكتيريا فهو أختبار هام يُجرى لمعرفة مدى قدرة خلايا النبات على التأثر بالبكتيريا المدروسة. ويعتبر هذا الإختبار فى بعض الأحوال كافياً ولو بصورة مبدئية للتعرف على البكتيريا المحدثة للمرض.
- تستخدم الطرق السيرولوجية كوسيلة سريعة ومتطورة للتعرف على البكتيريا الممرضة إلا انها ليست مستخدمة على نطاق واسع لعدم توافر الأمصال المضادة Antisera خاصة فى البلاد النامية. وفى حالات قليلة يمكن التعرف على أنواع البكتيريا وسلالاتها بواسطة إستخدام الفيروس البكتيري أو البكتريوفاج.



شكل – ٥

تركيب الجدار الخلوى فى البكتيريا (A) الموجبة لجرام (B) السالبة لجرام

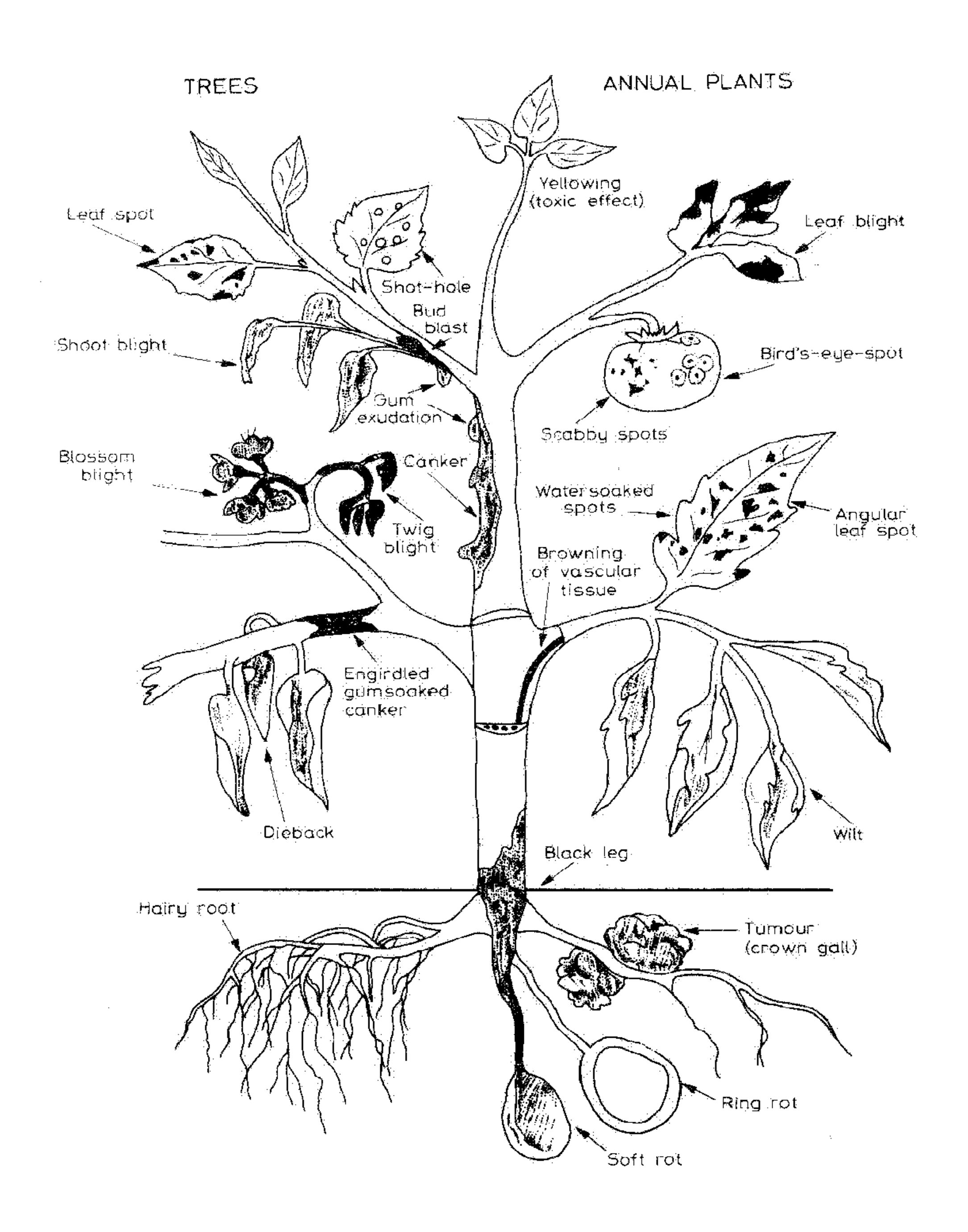
- تستخدم حديثاً مجموعة المركبات المسماه بالبكتريوسين Bacteriocins فى التفرقة بين العزلات البكتيرية بإختبار درجة حساسيتها أو انتاجها لهذه المركبات حيث ان هذه المركبات ما هى إلا مواد مضادة للنمو البكتيرى تنتجها بعض سلالات البكتيريا الممرضة وتفرز فى البيئة بكميات قليلة ويعتقد انها ناتجة عن التحلل التلقائى للخلايا. وتتكون هذه المركبات من بروتينات متخصصة تثبط وتحلل سلالات معينة من البكتيريا فهى تعمل عمل البكتربوفاج من ناحية تحليلية للخلية، إلا انها تختلف عنه فى عدم تناسخها فى خلايا البكتيريا. وتُحكم هذه المركبات بواسطة جينات موجودة على البلازميد Plasmid-DNA والذى يتناسخ فى البكتيريا ويتواجد بها حينما تحتفظ بقدرتها المرضية.
- تعتبر طريقة استخدام بيئات غذائية اختيارية لعزل البكتيريا والتعرف عليها هى أحسن وسائل التعرف المستخدمة لأن البيئة الأختيارية تحتوى على مواد غذائية معينة تسمح بنمو أنواع معينة من البكتيريا بينما تثبط الأنواع الأخرى. وبالرغم من هذا فإنها ما زالت غير شائعة على نطاق واسع بالنسبة للعاملين فى حقل أمراض النبات البكتيرية، وذلك لعدم أمكانية توافرها خاصة فى العمل الروتينى.

ما هى الأعراض التى تسببها البكتيريا الممرضة للنبات؟

* تسبب البكتيريا الممرضة للنبات كل أنواع الأعراض التى تسببها الفطريات على النباتات، فهى تسبب تبقع أوراق ـ لفحات ـ عفن طرى للثمار والجذور والأجزاء النباتية المخزنة ـ ذبول ـ نمو زائد لبعض الأنسجة (سرطانات نباتية) جرب ـ تقرحات (جدول١ ، شكل). ومن المعروف ان أى بكتيره يمكن ان يتسبب عنها أكثر من عرضاً مرضياً فمثلاً تسبب البكتيره *Agrobacterium tumefaciens* نمو زائد أو مايسمى Over Growth (Tumor) وايضاً يمكن ان تسبب توالد Proliferation للعضو، ومن جهة أخرى فإن هذه الأعراض قد تحدثها أنواع أخرى من البكتيريا مثل Pseudomonas, Gorynebacteriam وهكذا.

جدول-١: الاعراض التى تسببها البكتيريا الممرضة للنبات:

العرض	المسبب المرضى
١. عفن طرى: Soft rots	• *Erwinia* spp • *Pseudomonas* spp (فى بعض الاحيان)
٢. ذبول (ذبول وعائى): Wilts(Vascular Diseases)	• *Xanthomonas* spp • *Corynebacterium* spp • *Erwinia* spp • *Pseudomonas* spp
٣. لفحات: Blights	• *Erwinia spp* • *Pseudomonas spp* • *Xanthomonas spp*
٤. تدرنات: Galls	• *Agrobacterium spp* • *Pseudomonas spp* • *Corynebacterium spp*
٥. تبقعات (موت موضعى للأنسجة): (Local lesions)	• *Pseudomonas spp* • *Xanthomonas spp*
٦. جرب : Scabs	• *Streptomyces spp* • *Pseudomonas spp*

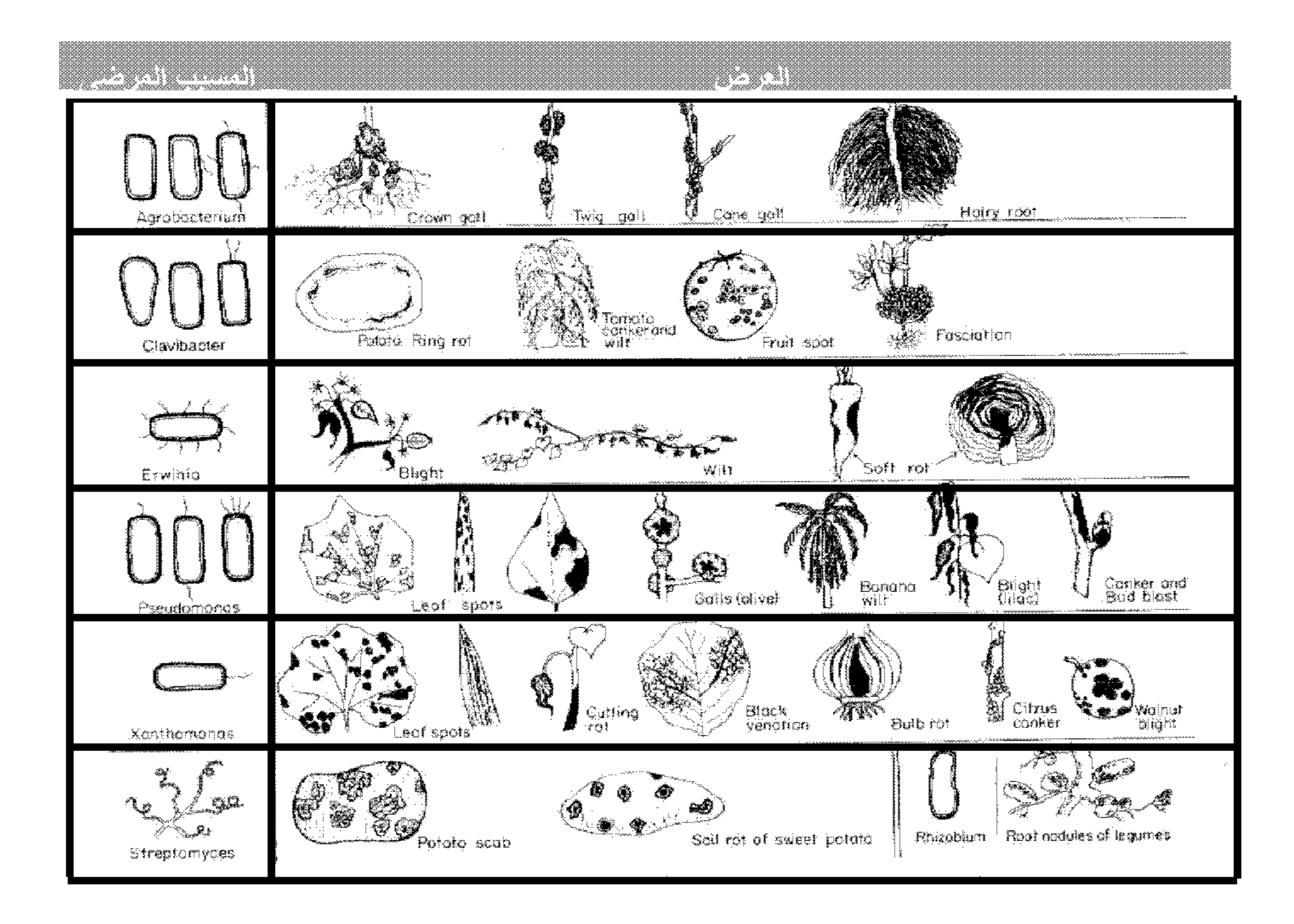


شكل ـ٦

رسم تخطيطى يوضح الأعراض التى تسببها البكتيريا الممرضة للنبات

شكل –٧

رسم تخطيطى يوضح الأعراض التى تسببها اجناس الاجروبكتيريم والسيدوموناس والايرونيا والكلافيبكتير والزانثوموناس والستربتوميسيس الممرضة للنبات



٢- تشخيص أمراض النبات البكتيرية

- من الثابت أنه لا يمكن الاعتماد على الأعراض الظاهرية كوسيلة لتشخيص المرض وذلك لتشابه الأعراض. فعلى سبيل المثال تتشابه أعراض العفن الطري البكتيري والعفن الطري الفطري. وتتشابه التدرنات البكتيرية Bacterial Galls والحشرية Insect Galls.
- كما يتشابه الذبول البكتيري والذبول الفطري.

- ومن ناحية أخرى نجد أن العفن الطري البكتيري قد تسببه أجناس من البكتيريا Erwinia أو من البكتيريا Pseudomonas. وهناك العديد من الأمثلة تؤكد أنه لا يمكن الاعتماد على الأعراض بمفردها لتعريف المرض فمثلاً العديد من لفحات الفاصوليا وتبقعات الأوراق والثمار فى الطماطم والتخطيط في قصب السكر والذرة والسورجم كلها تحتاج إلى عزل ثم تعريف المسبب حتى يصبح التشخيص سليماً.

- كذلك يجب معرفة الهدف الرئيسي من التشخيص حيث تتداخل عوامل الوقت والجهد والتكاليف في الهدف فمثلاً هناك تشخيص سريع هدفه إعطاء توصية للمزارع أو البستاني للمقاومة "وهو تشخيص إفتراضى". وقد يكون المطلوب هو تحديد المسبب بدقة وهذا يحتاج إلى جهد وتكاليف أكبر وعادة ما تحتاج معظم الحالات إلى التشخيص السريع وقليل منها يحتاج إلى عزل وتنقية... إلخ.

٢-١ الأعراض وجمع العينات:

- يعتمد التشخيص السليم للمرض فى البداية على التسجيل الدقيق للأعراض المرضية وأيضاً التعريف السليم للعائل وهناك العديد من المراجع العلمية يمكن الاستعانة بها في التعرف على الأعراض من الصور الفوتوغرافية وأيضاً تفيد العينات المحفوظة Herbarium في ذلك.

- من الشائع عدم فحص العينات المصابة مباشرة بعد جمعها من الحقل لذلك قد يؤدى طول فترة النقل والتخزين إلى فشل عمليات العزل.

ولتلافى ذلك يجب أن توضع العينات النباتية فور جمعها في أكياس من البولى إثيلين ثم توضع الأكياس في صندوق حفظ Ice Box به Blue Ice مع تجنب تعريض العينات أو الصندوق للشمس. كما يجب تجفيف العينات قبل وضعها في الأكياس من الماء الزائد. ومن الضرورى أن تكون العينات ممثلة للأعراض سواء كانت أعراضها على الجذر أو الساق أو الأوراق أو الأزهار أو الثمار .... إلخ.

- فى حالة الأمراض التي تصيب الجذور يغسل جزء من العينة لتخليص الجذر من الأتربة ثم تجفف من المياه والرطوبة الزائدة قبل نقل العينة ويترك الجزء الآخر بدون إزالة التربة حيث قد يحتاج العزل إلى إستخدام التربة الملاصقة للجذر فى العزل مع ضرورة لف الكيس جيداً حول الجذر لمنع تساقط الأتربة من حوله.

- من الثابت أن إستخدام عينات تمثل الأعراض المبكرة للإصابة أفضل بكثير من إستخدام عينات تُظهرالأعراض المتأخرة وذلك لتسهيل عملية العزل ومنع فرصة عزل مسببات أخرى ثانوية.
- الأعراض المرضية التى تظهر على الأوراق والتى تسبب بقع شبه مائية Water Soaked فى مظهرها أو أعراض شبه شفافه عند تعرضها للضوء تكون أفضل فى العزل من العينات ذات المظهر البنى أو المتقرحة Necrotic.

- فى حالة تبقعات الأوراق يجب الإحتفاظ ببعض النماذج جافة بعد ضغطها بين طبقتين من الورق الخالى من الأصباغ أو ورق الترشيح للرجوع إليها عند اللزوم كمعشب وأيضاً يمكن العزل منها.

- لوحظ أن العديد من البكتيريا الممرضة يمكنها أن تعيش فى الأنسجة الجافة لمدد تتراوح بين شهر لعدة سنوات ويمكن إستخدامها فى العزل مرات أخرى فمثلاً معظم البكتيريا من الـجنس Xanthomonas يمكنها المعيشة فى الأنسجة الجافة لمدد تزيد عن العام.

٢-٢ الفحص الميكروسكوبى

- قبل محاولة العزل يجب الفحص الميكروسكوبى للإصابات البكتيرية الواضحة.

- يمكن التأكد من خروج راشح من إفرازات لزجة Oozes من العينات المصابة عن طريق النظر إلى أسطح الأوراق المصابة فيمكن مشاهدة آثار طبقة رقيقة لامعة وقد يشاهد ذلك أيضاً على أسطح السيقان وعلى البتلات.

- إذا ما حضنت الأجزاء المصابة وهي مازالت حية لعدة أيام فى وجود رطوبة عالية فغالباً ما تظهر الـ Oozes علىالتقرحات.

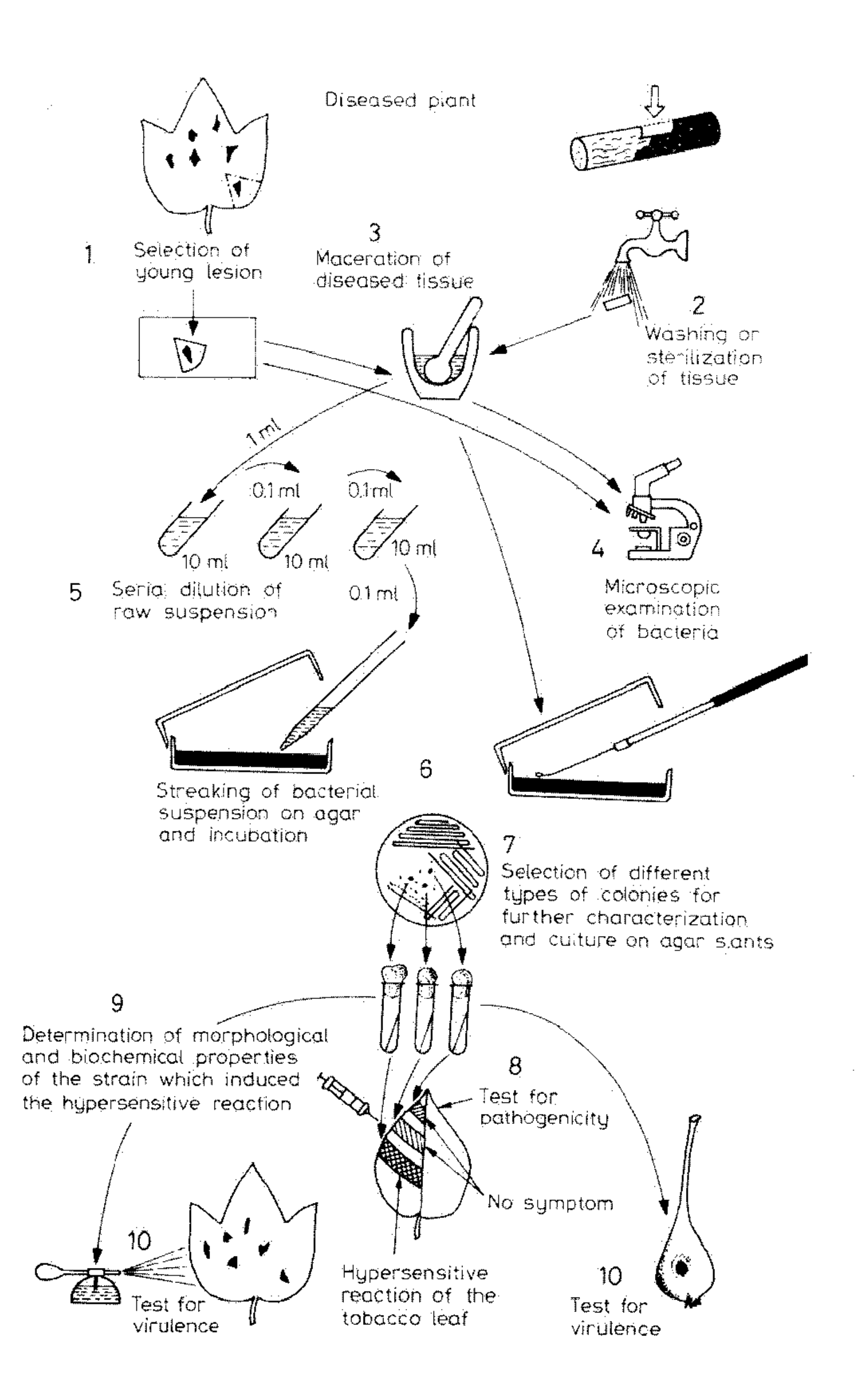
- البطاطس الطازجة المصابة بالبكتيريا *Pseudomonas solanacearum* يجب فحص عيونها أولاً فقد تخرج منها البكتيريا فى صورة Oozes كما يخرج Ooze أيضاً من مدادات الدرنة.

- فى حالة تبقعات الأوراق والتخطيط يجب قطع حوالى ٤ مم من الحزم الوعائية المجاورة للمنطقة المصابة ثم تحمل فى قطرات من المياه وتفحص ميكروسكوبياً بعد وضعها على شريحة وتغطيتها بـ Cover وإستخدام تكبير X100 ، X40 ويفضل الفحص بإستخدام Phase Contrast Microscopy

- إذا كانت الأنسجة النباتية طازجة فإن الـ Ooze سيخرج منها مباشرة أما إذا كانت مسنة فسيخرج ببطئ خاصة عند حواف القطع.

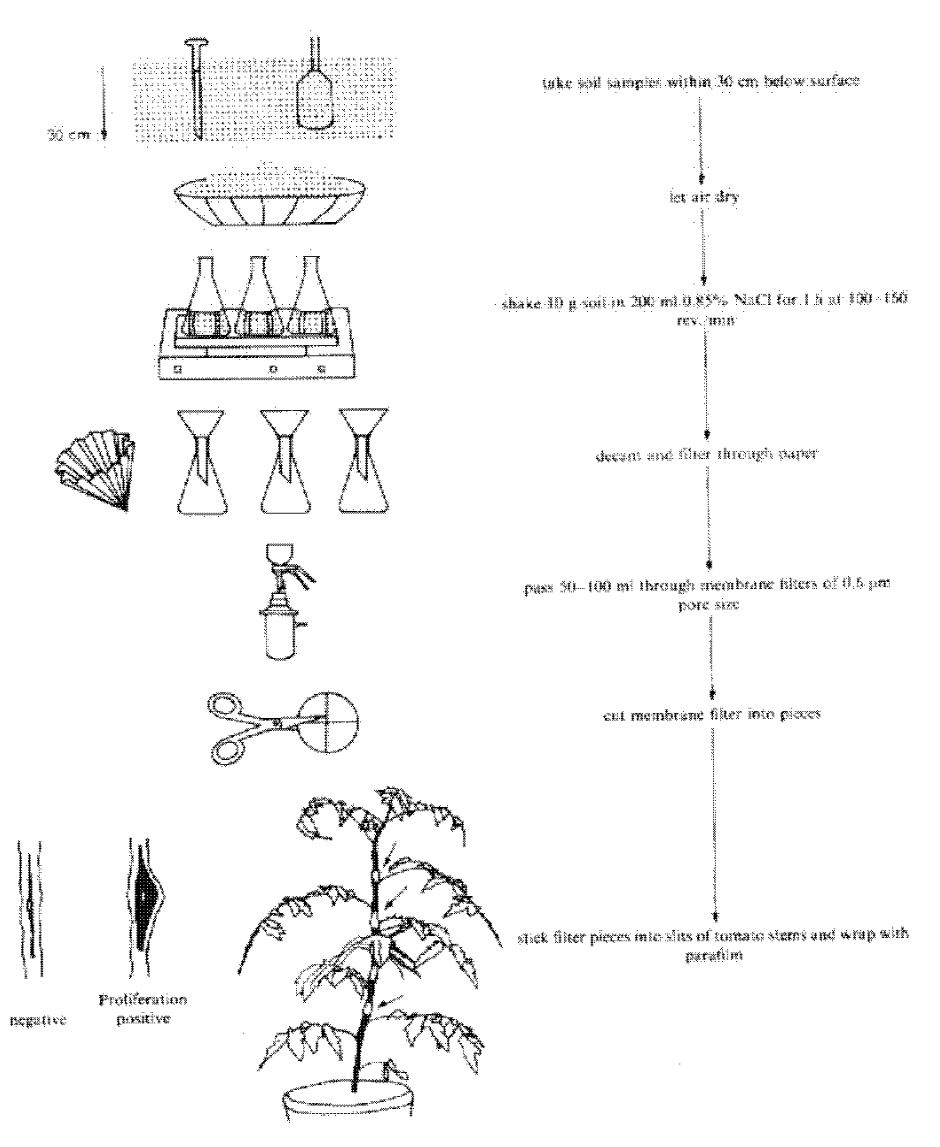
- معظم البكتيريا الممرضة متحركة بالأسواط ويمكن مشاهدة الحركة فى الـ Oozes.

- تختلف طبيعة Oozes من مسبب لآخر فالـ Ooze الخارج من الأنسجة المصابة بـ Xanthomonas أكثر تماسكاً من الناتج عن البكتيريا Pseudomonas.



شكل ـ٨

تسلسل عزل البكتيريا من الانسجة النباتية المصابة سواء من الورقة أو من ساق نبات مصاب



Fast diagnosis of the crown gall pathogen, *Agrobacterium tumefaciens* in soil by means of membrane filtration and bio-assay (from Knösel, 1988)

شكل –٩

طريقة سريعة للتعرف على مدى تلوث التربة بالبكتيريا

Agrobacterium tumefaciens

- بإستثناء البكتيريا Agrobacterium فإن الـ Oozes تخرج من الإصابات البكتيرية أو تظهر كتل من النموات البكتيرية فى مكان القطع. وعلى الرغم من ذلك فقد تغيب هذه الظاهرة فى بعض الحالات فيظن البعض خطأ عدم وجود إصابة بكتيرية وقد يكون السبب فى ذلك هو تداخل مسبب آخر ثانوى مثل الفطريات ويمكن ملاحظة ذلك بالفحص الميكروسكوبى أو بالعدسات المكبرة.

- يجب الدقة التامة عند الفحص الميكروسكوبى حتى لا يختلط الأمر فيشخص اللبن النباتي Latex أو البلاستيدات أو حبيبات النشا على أنها خلايا بكتيرية فالاختلاف بينهم واضح فى الشكل والحجم ودرجة إنعكاس الضوء عليهم فى حالة إستخدام الـ Phase Contrast Microscopy.

- قد تظهر البكتيريا المعزولة من الـ Oozes مختلفة مورفولوجياً عن شكلها في المزرعة الصلبة.

٢-٣-١ طرق العزل:

- عند التأكد من وجود الـ Ooze فإن الخطوة التالية هو قطع جزء من العينة المصابة بإستخدام أدوات تشريح معقمة ثم تعلق فى ٢-٣ مم ماء معقم أو Phosphate Buffer معقم أو بيئة سائلة معقمة حتى تنتشر البكتيريا فى السائل.

- تترك العينة لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة على درجة حرارة الغرفة ثم تغمس الإبرة البكتيرية من المعلق وتخطط على البيئة الصلبة المناسبة وتكرر في عدة أطباق.

- من الضرورى جداً أن يكون سطح البيئة جاف وإلا فإن البكتيريا ستسبح على السطح المبلل وتتكون نموات ممتزجة ولا يمكن الحصول على مستعمرات فردية. ولتنفيذ ذلك تبرد البيئة إلى ٤٥ درجة مئوية قبل صبها وتترك الأطباق المصبوبة علي درجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤-٤٨ ساعة. ويمكن اختصار الوقت إذا ما ترك الطبق مفتوحاً فى (Laminar Flow Apparatus) Biological Safty Cabinet لمدة ١٥ دقيقة مع ملاحظة أن يكون الفلتر الخاص بالتهوية صالح للإستعمال.

- بعد التخطيط تحضن الأطباق على درجة حرارة ٢٥-٣٠°م لكل المسببات البكتيرية بإستثناء البكتيريا *Clavibacterium* (*Corynebacterium*) لأن درجة الحرارة المثلى لنموها تتراوح بين ٢٣-٢٥°م.

- يجب متابعة فحص الأطباق يومياً للكشف عن ظهور المستعمرات.

- هناك إختلافات واضحة فى معدل نمو البكتيريا المختلفة الموجودة على النبات والتى يمكن إستخدامها كمرشد عند التشخيص. فمعروف مثلاً أن معظم البكتيريا الرمية تنمو بدرجة أسرع من الممرضة. وفى معظم الحالات نجد أن الرميات تنتج مستعمرات ميكروسكوبية بعد ٢٤-٣٦ ساعة على درجة حرارة ٢٥-٢٨°م وبالتالى يجب إستبعادها.

- يوجد بين الأجناس إختلافات فى معدل النمو فمثلاً معظم الـ Pseudomonas, Xanthomonas, تنتج مستعمرات ميكروسكوبية خلال ٣٦-٧٢ ساعة من التحضين على الدرجة المثلى لنموها.

- يلاحظ أنه إذا كانت العينات المعزول منها عينات طازجة وحالتها جيدة فإن نتيجة التخطيط على البيئات الصلبة هو ظهور المستعمرات سائدة فى الطبق دون تلوث بالرميات.

- البكتيريا الرمية *Erwinia herbicola* تعطى نمو رقيق لزج أصفر اللون ذو صبغة غير منتشرة وهذه تحتاج إلى خبرة خاصة لتميزها عن البكتيريا Xanthomonas حيث يقع الكثيرين فى خطأ التفريق بينهما.

- إذا تركت الأجزاء النباتية مبللة عقب جمعها فإنها ستحمل العديد من البكتيريا الرمية التى تفوقفي سرعة نموها البكتيريا الممرضة وفى هذه الحالة يحتاج العزل إلى بيئات شبه إختيارية أو تحضير سلسلة من التخفيفات العالية، وذلك عند إجراء عمليات التخطيط على البيئات الصلبة فالمعلق المعتم Opaque يمكن تخفيفه بنسبة ١ : ١٠٠ ، ١ : ١٠٠٠ بإستخدام كمية من بيئة سائلة معقمة. ويمكن ببساطة ملئ الحلقة Loop الخاص بالإبرة (ومعروف أن قطرها حوالى ٣- ٤مم) ثم يلقح به البيئة السائلة.

٢-٣-٢ طريقة عزل أخرى:

وهى طريقة إقتصادية ويستخدم فيها أدوات زجاجية معقمة مثل المستخدمة فى عزل الفطريات كالاتي :

- يوضع جزء صغير من النسيج النباتى المصاب قرب حافة الطبق المحتوي علي بيئة صلبة ثم يوضع علي هذا النسيج قطرة من ماء معقم ويترك لمدة ١٥-٢٠ دقيقة.

- يخطط هذا المعلق مباشرة فى الطبق والهدف من ترك العينة لهذه المدة هو السماح للبكتيريا بالخروج من النسيج المصاب إلى الماء وتحررها.

- يمكن رفع كفاءة هذه الطريقة بالضغط على النسيج النباتى بإبرة معقمة.

- التعقيم السطحى بالمطهرات غير مطلوب فى عزل البكتيريا إلا فى حالات نادرة وأيضاً فى حالة ما إذا كان السطح طارد للماء كما فى حالة أوراق قصب السكر.أما السبب فى عدم التعقيم هو أن المواد الداخلة فى التعقيم تمتص بسرعة فائقة فى الأنسجة النباتية وتقتل البكتيريا الموجودة بها.

- أهم المواد المستخدمة فى التعقيم هى هيبوكلوريت الصوديوم ويستخدم بنسبة ٠,٥% لمدة دقيقتين ثم الشطف بالماء المعقم عدة مرات.

- وعموماً فإن الأفضل هو غسل الأجزاء النباتية بالماء الجارى عدة مرات ثم المعقم وذلك قبل إجراء تقطيع للنسيج.

٢-٣-٣ طريقة العزل بـ Needle Puncture Method:

- نفذها Goth, 1965 وذلك لعزل البكتيريا من الفاصوليا وتستخدم الآن على نطاق واسع فى محاصيل أخرى وتتم كالاتي.

- للعزل من القرون المصابة تغمس إبرة مدببة معقمة فى مكان الإصابة ثم يعاد غمسها فى بيئة الآجار ويوضع قطرة ماء معقم فى مكان الثقب ثم تفرد بإبرة البكتيريا.

- فى تبقعات الأوراق توضع العينة المغسولة سطحياً على سطح الآجار ثم تغمس الإبرة المدببة المعقمة فى مكان البقعة ثم ترفع العينة ويوضع قطرة ماء معقم عليها وتفرد بإبرة البكتيريا.

٢-٣-٤ البيئات الاختيارية:

- تعتبر عملية العزل من التربة أو من الأجزاء النباتية المتحللة عملية صعبة نظراً لوجود خليط من المترممات والمتطفلات والأولى أسرع فى نموها وقد تخلق ظروف بيئية غير ملائمة لنمو البكتيريا الممرضة وذلك من خلال التنافس على الغذاء أو خلق pH غير مناسب أو إنتاج مضادات حيوية .... إلخ.

- ولحل هذه المشكلة نلجأ إلى البيئات المسماة مجازاً إختيارية وهى فى الواقع شبه إختيارية وهذه تقلل من نمو المترممات بينما تنمو المتطفلات. والفكرة منها هى تنشيط ظهور الأعداد القليلة من المسببات المرضية المخلوطة بأعداد كبيرة من الكائنات الأخرى الموجودة فى التربة.

وهناك عدة ثغرات فى إستخدام هذه البيئات:

١. **معقدة - مرتفعة التكاليف – صعبة التحضير.**

٢. **قد تعطى نتائج غير حقيقية عن تعداد البكتيريا المعزولة وذلك لوجود المواد المثبطة فى البيئة.**

- **إلا أنها ذات فوائد عديدة خاصة فى حالة الدراسات الكمية لحياة البكتيريا الممرضة والرمية فى منطقة الريزوسفير Rhizosphere وفى منطقة الـ Phyllosphere وأيضاً على البذور والأجزاء النباتية.**

- **أيضاً مهمة فى دورة العدوى حيث يمكن التعرف على الدورة خاصة فى وجود مصادر عدوى فى الحقل.**

- **وتعتمد هذه البيئات على التحكم في مصادر الكربون في البيئات المختلفة ذات التركيب المعقد.**

- **وأيضاً فى التداخل Inclusion للصبغات والمضادات الحيوية أو المضادات الحيوية المحببة للمسبب.**

٢-٤- إختبارات العدوى:

- هى الخطوة التالية بعد العزل وذلك استكمالا لاشتراطات كوخ لإثبات القدرة المرضية.

- لا تعتبر الطرق الخاصة بتلقيح الثمار أو شرائح الأنسجة النباتية إختبارات عدوى بالرغم من دورها الهام فى التشخيص والمساعدة على فصل البكتيريا الممرضة عن المترممة.

الإختبارات الشائعة:

- فرط الحساسية فى أوراق الدخان Hypersensitive Reaction.
- تلقيح قرون الفاصوليا "لإختبار أمراض الفاصوليا".
- الحقن Infiltration Technique.
- الرش Atomization.
- تلقيح السيقان والجذور.
- تلقيح شرائح البطاطس وهى طريقة مفيدة فى التعرف على البكتيريا التابعة لـ *Erwinia carotovora* مع ملاحظة أن هذه ليست طريقة عدوى ولكنها مجرد إختبار.

٣- كيف يمكن للنبات أن يتحقق من طبيعة البكتيريا المهاجمة له
Plant Recognition System

3-1 Compatability (التوافق والإنسجام)

- Rhizobium.
- *Agrobacterium tumefaciens* (Dicot Interaction)

تعتبر البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* هى المثال الوحيد فى الأمراض البكتيرية التى يوجد بها:

- Positive Host Recognition.
- Compatability Of Plant Pathogenic Bacteria مصحوباً بـ

لحدوث إصابة بسلالة ممرضة من البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* لابد من حدوث الآتى:

أ- التصاق طبيعى لخلايا البكتيريا مع خلايا النبات المجروحة وهذا الإلتصاق لابد من أن يتبعه نقل متسلسل للـ **Ti-Plasmid** من البكتيريا إلى خلايا العائل وتنتج الخلايا النباتية **Opines** الذى تستخدمه البكتيريا وبالتالى تصبح متطفلة وراثياً.

ب- يشترك البروتين الكربوهيدراتى Carbohydrate Protein الموجود فى Lipopoly Saccharides (LPS) الخاص فى كبسول هذه البكتيريا فى ربط البكتيريا بخلايا العائل.

ج - تعمل المركبات البكتينية فى جدر خلايا "ذوات الفلقتين" كمستقبلات تسهل إلتصاق البكتيريا.

أما لماذا تفشل هذه الخطوة فى ذوات الفلقة الواحدة؟! فذلك يرجع إلى كثرة مجاميع المثيل ($-CH_3$) فى بكتين ذوات الفلقة الواحدة والذى يؤدى ذلك إلى فشل البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* فى تكوين الأورام بها. فمن الثابت أن البكتين الغنى بمجاميع المثيل يعتبر مستقبل فقير جداً لهذه البكتيريا.

- The Highly Methylated Pectic Substance Of Several Monocots Are Relativily Poor Receptors For The Bacteria.

3-2 Incompatibility (التنافر)

3-2-1 Lectins:

- الـ Lectins هى بروتينات أو جليكوبروتينات Glycoproteins مرتبطة مع بعضها ببعض التراكيب الكربوهيدراتية.

- الـ Lectins ذات تخصص أنتيجينى عالى مما يساعد على إستخدامه فى دراسة طبيعة الكربوهيدرات الموجودة على سطح الخلايا البكتيرية.

- إن وجود الـ Lectins فى جدر الخلايا والأغشية البلازمية فى النباتات الراقية تعمل كعناصر للتعرف Recognition Elements للسلالات الغير متوافقة (غير الممرضة) عن الممرضة (المتوافقة).

- ثبت أن لبعض الـ **Lectins** القدرة على تخثير الخلايا البكتيرية Agglutinate Bacterial Cells معملياً In-vitro.

- وجد أن بعض البكتيريات التى تفرز (LPS) Lypopolysaccharides بكميات كبيرة وهو المعروف بإسم (EPS) Extra Cellular Polysaccarides لا يُحدث لها النبات Recognition وأيضاً التصاق Attachment بخلايا العائل.

- وعليه فيمكن إعتبار EPS عامل هام فى إحداث القدرة المرضية ومنع مقاومة النبات (مع وجود حالات شاذة).

- وبمعنى آخر أن بعض البكتيريا لها القدرة على منع Plant Recognition عن طرق إفرازها لكميات كبيرة من EPS وبالتالى يمكن القول أن EPS تلعب دورها فى إحداث الإصابة عن طريق تقليل النبات فلا يمكنه تمييز البكتيريا المهاجمة.

- لماذا تحدث بعض السلالات إصابة بينما لا تحدثها سلالات أخرى؟

3-2-2 The Apple *Erwinia amylovora* System:

- يعزى فشل بعض السلالات فى إحداث الإصابة إلى ٣ وسائل دفاع ميكانيكية محفزة Induced فالسلالات "الغير ممرضة" عندما تلتصق بالخلايا البارانشيمية يحدث لها:

- Hypersensitive Reaction.

- وإذا انتشرت بين بارانشيمة الخشب فإنها تتحطم.

- وإذا إنتقلت إلى أوعية الخشب فى الأوراق فإنها تتجلط.

- وعكس ذلك تماماً يحدث للخلايا البكتيرية الممرضة – ولكنها تبدأ فى تكوين كبسول غنى بالـ Polysaccharides يسمى أميلوفرين Amylovorin (جلاكتوز غنى بالبولىسكريدز)

"Galactose- Rich Capsular Polysaccharide Called Amylovorin"

- وهذا المركب يعمل كأحد السموم المتخصصة Host Specific Toxin. وبهذا يمكن بوضوح معرفة دور Capsular EPS فى وقف عملية الـ Recognition عندما تسقط الخلايا البكتيرية على خلايا العائل وبالتالى الإمتناع عن طلب الدفاع الكيماوى النشط Active Defense Mechanism.

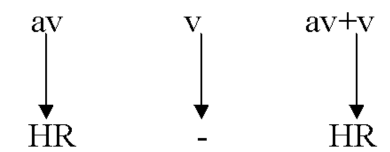
3-2-3 The Soybean-*Ralostonia syringae* pv *glycinea* System:

- من المعروف أن إنتاج الـ Phytoalexins بواسطة خلايا العائل يؤدى إلى حدوث فرط الحساسية HR.

- وجد أن توقف البكتيريا عن النمو والإنتشار فى هذه الحالة كان متلازماً مع إنتاج الـ Soybean Phytoalexins المعروف بإسم جليسالن **Glyceollin** فى الأنسجة Hypersensitive Tissue.

- بمعنى أن الأنسجة النباتية التى يحدث بها HR (مقاومة) ربما يكون سبب ذلك هو إفراز Glyceollin بكمية كبيرة فى هذه الأنسجة فيحد من تعداد البكتيريا.

- وجد أن تراكم هذا المركب يحدث فقط فى الأوراق التى تصيبها سلالات بكتيرية متوافقة كما إن بخلطها بسلالات غير متوافقة يحدث التوافق.



- يتضح من ذلك أن تراكم الجليسيالن يكون مصاحباً بقلة فى تعداد البكتيريا التى تتكون فى النبات الغير المتوافق (الذى لا يصاب).

- إتضح أيضاً أن الأصناف المقاومة من فول الصويا تمتلك Recognition Mechanism يمكنه التمييز بين الخلايا الغير متوافقة والمتوافقة من البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv *glycinea* كما أن للجليسالن دور فى عملية المقاومة.

3-3 Bacterial Elicitors Of Phytoalexins And The Hypersensitive Reaction (HR):

3-3-1 Cell Surface Polysaccharides And Recognition

- ثبت أن للكربوهيدرات الموجودة فى جدر الخلايا البكتيرية دوراً هاماً فى تفاعلات المقاومة.

- وهناك عوامل تتحكم فى كفاءة EPS , LPS لإحداث HR وتراكم Phytoalexins وهى:

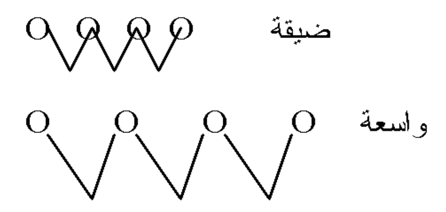
- من الضرورى حدوث تراكم للبكتيريا فى النبات الغير متوافق قبل حدوث عملية التعرف (Recognition) وهذا يستلزم دخول أعداد كبيرة من البكتيريا فى البيئة النباتية تمهيداً لحدوث فرط الحساسية HR.

- ومعنى ذلك أن وجود أعداد قليلة من البكتيريا قد يسبب حدوث المرض لأن شرط Recognition وجود أعداد كبيرة من البكتيريا.

- ومن ناحية أخرى فإن تركيز EPS , LPS فى خلايا النبات يجب أن تكون مرتفعة سواء وجدت البكتيريا أم لم توجد. ومما يؤكد ذلك أن البكتيريا الممرضة تفقد المادة اللزجة EPS , LPS عند دخولها لأنسجة النبات ففقد البكتيريا للكبسول يساعدها على المهاجمة ودخول العائل.

- أوضحت الدراسات الخاصة بالفيروس البكتيرى أن للكربوهيدرات فى LPS على الخلايا البكتيرية دوراً فى تحديد الـ Pathovars.

- تركيب O-chain للـ LPS فى الخلايا السالبة لجرام بها تباين كبير حتى فى البكتيريا ذات العلاقات المتقاربة وهذه المطاطية (Plasticity) تجعل O-Chain تعمل كمادة وسطية يمكن تمييزها بدقة عن طريق النباتات التى يحدث بها Gene For Gene Interaction . وعليه يمكن إعتبار التراكيب الكربوهيدراتية المعقدة وأيضاً LPS, EPS مستقبلات متخصصة لتفاعل Gene for gene interaction.



٤- تقدير وتعريف البكتيريا في الأنسجه النباتيه
Detection and Identification of Bacteria

تعتمد كفاءه المقاومه علي درجه النجاح في إجراء إختيار سريع ودقيق في تعريف البكتيريا وتقدير كثافتها.

طرق تقدير كثافه البكتيريا في الأجزاء النباتيه المختلفه بما فيها البذور

أ - طرق مباشره .

ب - طرق غير مباشره.

- تعتمد هذه الطرق علي عده عوامل هي: الغرض المطلوب (هل بحث علمي أو إجراء روتيني)

- موقع البكتيريا في النبات - عامل الزمن (هل مطلوب الأختيار علي وجه السرعه أم ان هناك متسع من الوقت) - الأجهزه المعاونه ومدي توافرها - مهاره المشخصين كثافه البكتيريا في العينه - مستوي تعداد البكتيريا في الجزء النباتي والذي عنده تموت الأعراض.

أ - الطـــرق المبـــــــــاشرة
DIRECT DETECTION

- البـــــــذور:

١ - طريقه الانبات والنمو Growing – On – Test

- ويمكن تنفيذ هذه الطريقه في الصوبه الزجاجيه أو في الحقل مباشره.
- وهي تناسب البكتيريا التي تتواجد بنسبه عاليه في البذور (١ – ١٠%) أي نسبه ١ – ١٠% بذور مصابه في اللوط. وهذه الطريقه اكثر مناسبه في حاله الفطريات المحموله علي البذور عن البكتيريات حيث نجد ان الأصابه بالبكتيريات لاتتعدي ١و٠% او أقل أي كثافتها قليله.
- وعليه فإننا قد نحتاج الي ٠٠٠و١٠(عشره الآف) بذره كعينه للحصول علي تعداد مقبول من الخلايا البكتيريه. لذلك فإن هذه الطريقه مكلفه جداً ومضيعه للوقت.
- من عيوب هذه الطريقه أيضاً هو تأثر البذور بالظروف البيئيه - مشاكل المحافظه علي نباتات خاليه من المرض لفتره طويله - التداخل في الأعراض مع الكائنات الممرضه الأخري.
- ويعتمد تنفيذ هذه الطريقه علي زراعه البذور المحتمل إصابتها مباشره في التربه ثم متابعه الأعراض المرضيه المتوقع ظهورها علي هذه العينه من النباتات.

وقد أستخدمت هذه الطريقه في التعرف علي البكتيريات.

- *Pseudomonas syringae pv. glycinae*
- *Pseudomonas syringae pv. pisi*

Xanthomonas campestris pv. phaseoli
Xanthomona campestris pv. Campestris
Xanthomona campestris pv. malvacearum

٢ ـ طريقه الزراعه علي البيئات الغذائيه مباشره خاصه البيئات نصف الاختياريه

Semi Selective Media

أمثله تطبيقيه لتقدير البكتيريا:

أ ـ في بذور الصليبيات

- **تعقم البذور في محلول هيبوكلوريت الصوديوم (محلول الكلور) تركيزه 5% لمده ٣ دقائق ثم تشطف وتجفف إما تحت Laminar Flow Hood أو بين ورق ترشيح معقم.**
- **تزرع البذور تحت ظروف معقمه في اطباق بتري بها البيئات الغذائيه الملائمه ثم تحضن فتظهر النموات البكتريه حول البذور المصابه.(توجد طرق ميكانيكيه سريعه لتنفيذ هذه الطريقه في أحواض بها بيئات غذائيه تتسع كل منها لـ ١٠٠٠بذره في المكرره الواحده).**
- **تناسب هذه الطريقه التقديرات الروتينيه في الشركات المنتجه للبذور لفحص أنتاجها قبل عرضه للبيع.**
- **تظهر كفاءه هذه الطريقه في الكشف عن البكتيريا *Xanthomonas campestris pv. Campistris* المسببه للعفن الأسود أو العرق الأسود في الصليبيات Black Rot or Black Vein In Crucifers**
- **مطلوب عينات من الأوراق "في الأسواق".**
- **تزرع شتلات كرنب وتعدي بالبكتيريا المعزوله وتتابع الأعراض**

ب ـ الطرق الغير مباشره
INDIRECT METHODS

١ ـ الطريقه الحيه Viable Method

- تلقيح النبات العائل:

- ومنها يتم حقن النبات بالمعلق المستخلص من البذور مباشره.
- أو الرش بالمستخلص الخام مباشره.
- أو إدخال الخلايا البكتيريه الي البذور تحت تفريغ Vaccum Infeltrated With Extract ثم تزرع البذور في غرفه نمو Growth Chamber
- وعيب هذه الطريقه الأخيره هو إمكانيه ظهور أعراض اخري ناشئه عن الإصابه ببعض المترممات أو بسبب الأسلوب الخشن في التلقيح أو بسبب الظروف البيئيه الغير ملائمه لنشاط الميكروب ولتفادي ذلك يكون من الضروري إعاده عزل المسبب من النباتات المصابه ثم يعاد زراعه البذور واختبارها وبذلك تصبح هذه الطريقه مكلفه للغايه ومضيعه للوقت.
- أما ميزه هذا الأختبار ان النبات العائل يعمل كطعم Bait حيث ان عدداً محدوداً من البكتيريا يمكنها ان تتكاثر داخله وتعطي أعراضاً.

-العزل علي بيئه الآجار:

- يعتمد نجاح هذه الطريقه علي توافر Semiselective Midia ومع ذلك فإنه من الممكن الأعتماد مبدئياً علي العزل علي البيئات العاديه مثل البكتيريا *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola* التي يمكن عزلها علي بيئه (KB) King's Medium "B"
- واما البكتيريا *Xanthomonas campestris pv. phaseoli* فيمكن عزلها علي بيئه Nutrient Agar
- وهذه الطريقهُ تظهر كفاءه في عينات البذور الملوثه بدرجه كبيره بهذه المسببات السابقه أو باعداد بسيطه من المترممات لذلك وبسبب عدم توافر هذه الظروف عاده فهذه الطريقه محدوده النجاح.

٢ ـ الطرق الغير حيه Non Viable Methods

ليس من الضروري في هذه الطرق وجود الكائن الحي نفسه حيث يعتمد التعريف علي التفاعل الكيماوي وتتميز هذه الطريقه بسرعتها وقله تكلفتها إلا ان نتائجها لاتعطي دليلاً قلطعاً علي صحه النتائج لان الخلايا تكون ميته وأن الطرق السيرولوجيه للخلايا الميته اقل حساسيه من طرق العزل والعدوي وبالرغم من ذلك فإنها مازالت تستخدم في الأختبارات الروتينيه.

أ ـ الطرق السيرولوجيه

أسرع الطرق للتعريف واكثرها فائده كطرق معترف بها للتعريف خاصه للبكتيريات الناميه وهذه تشمل علي:

الاختبار	المسبب المرضي
١ ـ إختبار التجلط Agglutination Test	وهذه تستخدم في حاله *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*
٢ ـ الآجار المنتشر Agar Diffusion test	وتصلح في حاله *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola* *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*
٣ ـ Immun of luoresence Staning (I F)	طريقه حساسه جداً ويمكن مشاهده الخلايا مورتولوجيا *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola* *Xanthomonas campestris pv campestris* *Xanthomonas campestris pv. phaseoli*
٤ ـ Enzyme Linked Immunosorbant Assay [ELISA]	وتصلح في حاله *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*

وهذه الأختبارات تحتاج الي كميات كبيره من البذور وبالرغم من ذلك فهي أساسيه في بعض الدول ممثلا القانون الفرنسي لايسمح بدخول بذور الطماطم الي فرنسا دون شهاده لاختبار (I F) .

- وللطرق السيرولوجيه اشكال مختلفه فمثلاً الـ Agar Diffusian Test طريقه غير حساسه ويمكن للانتسيرم Antiserium ان يتفاعل مع كل السلالات فلا يظهر التخصص.

- أما أهم اعتراض علي استخدام الطرق السيرولوجيه هو ان اذا ظهرت نتيجتها موجبه فإن النتائج تكون غير نهائيه.

- طريقة الايليزا Elisa Test (Enzyme Linked Immunosorbant Assay):
  - أدخلها Clark & Adams 1977 وأصبحت اكثر الطرق السيرولوجيه إستخداماً للتعرف علي البكتيريا والفيروسات.
  - <u>فكره الأختبار</u>
  - إحداث تفاعل بين antisen & Antibodies يمكن مشاهدته عن طريق تعليم الـ Antibodies بإنزيم ثم الكشف عن هذا الانزيم بإضافه ماده يتفاعل معها فيتكون لون يمكن تقديره وقياسه شدته بالطرق اللونيه

- طريقه الـ DNA Probes أو سلاسل الـ DNA (Long Chain Polymar)
  - تشتهر هذه الطريقه في تعريف الـ Viroids وتستخدم في تقدير الـ *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*
  - وبالتقدم السريع في تكنولوجيا الـ DNA وإختبارات العدوي ربما لاتحتاج مستقبلاً الي تعريف البكتيريا خاصه عندما يتم التعرف علي الجين المرضي.

- طريق إستخدام الفاج البكتيري (Combination of Viable and non viable methods)
  - يمكن إستخدام الطريقتين الحيه والغير حيه في الفحص فمثلاً في هولندا في البذور تفحص اولاً بـ "I F" ثم تزرع علي اطباق لتقيم القدره المرضيه. تستخدم بنجاح في حاله *Xanthomonas campestris pv campestris*

الخـــــلاصه

- أفضل الطرق المتاحه حالياً خاصه في البكتيريات المحموله علي البذور هي عزل المسبب المرضي علي بيئه نصف إختياريه ثم الأختبارات السيرولوجيه (I F) والعينات التي تعطي نتائج موجبه يجري لها اختبارات العدوي الصناعيه.

٥- مقاومة أمراض النبات البكتيرية

تعتبر عملية مقاومة أمراض النبات البكتيرية عملية صعبة للغاية، لذلك يجب اتخاذ وسائل مختلفة لتقليل تلوث الحقل والمحاصيل المنزرعة بالبكتيريا المسببة للأمراض وذلك عن طريق زراعة بذور أو نباتات سليمة واتخاذ التدابير الوقائية لتقليل اللقاح المرضى فى الحقل، بالتخلص من النباتات أو الأفرع المصابة وتقليل انتشار البكتيريا من نبات لآخر بمنع تلوث الأدوات الزراعية والأيدى عقب التعامل مع النباتات المصابة. كذلك التحكم فى نسب الإحتياجات الغذائية مثل الأسمدة والرى حتى لايصبح النبات عصارى أكثر من اللازم خلال الفترات التى يكون فيها عرضة للإصابة.

- تفيد الدورة الزراعية فى حالة الأمراض ذات المدى العوائلى المحدود، ولكنها ليست فعالة فى حالة البكتيريا التى لها مدى عوائلى واسع. اما بالنسبة لإستخدام أصناف مقاومة لبعض الأمراض البكتيرية فتعتبر واحدة من احسن طرق المقاومة حيث ان درجات المقاومة موجودة بالفعل بين أصناف النوع الواحد، وهناك جهود مستمرة فى محطات تربية النباتات لزيادة درجة المقاومة فى الأصناف المنتجة.

- وعموماً فإن إستخدام أصناف مقاومة مقرونة بالإحتياطات الزراعية التى تقلل من شدة الإصابة مع اللجوء للمقاومة الكيماوية اذا لزم الأمر لهى الطريقة التى يجب اتباعها لمقاومة الأمراض البكتيرية خاصة عندما تكون الظروف البيئية ملائمة لإنتشار المرض، مع ملاحظة أن المقاومة الكيماوية للأمراض البكتيرية تعطى نتائج أقل فاعلية عنها فى حالة الأمراض الفطرية.

- يمكن مقاومة الأمراض البكتيرية فى التربة الملوثة بواسطة التعقيم بالبخار الساخن أو بالحرارة أو بالكيماويات مثل الفورمالدهيد أو الكلوربيكرين، لكن هذا يطبق فقط على مستوى البيوت الزجاجية والمزارع الصغيرة. وحالياً تجرى بعض البلاد تطبيقات الطاقة الشمسية **Solarization** لمقاومة الأمراض فى التربة معتمدة فى ذلك على نشر قطع شفافة من شرائط البلاستيك الطرى فوق التربة الزراعية حيث تعمل هذه على حفظ درجة الحرارة الساقطة من الشمس ورفع درجة حرارة التربة إلى الحد الذى يعمل على تقليل اللقاح الميكروبى لكثير من الكائنات الحية الممرضة فى التربة أو حتى القضاء عليها كلية.

- يمكن معاملة البذور الملوثة خارجياً بالبكتيريا وذلك بمحلول هيبو كلوريت الصوديوم أو محلول حامض الهيدروكلوريك أو بغمرها لعدة أيام فى محلول مخفف من حامض الخليك. وعندما يكون المسبب المرضى فى داخل غلاف البذرة أو فى الجنين فان هذه المعاملة السابقة تكون غير مجدية.

- أما معاملة البذور بالماء الساخن فأنها لاتفيد فى مقاومة الأمراض البكتيرية حيث ان البكتيريا تتحمل درجة حرارة أعلى نسبياً من التى يتحملها جنين البذور.

- يعطى الرش بمركبات النحاس نتائج جيدة لمقاومة أمراض المجموع الخضرى ومع هذا فان النتيجة قد تكون غير مُرضية عندما تكون الظروف البيئية مثالية لإنتشار المسبب المرضى.

- ويعتبر مزيج بوردو ومركبات النحاس هما أكثر المواد المستخدمة فى مقاومة أمراض اللفحة البكتيرية وتبقع الأوراق البكتيرى كما يستخدم الزينب Zineb ايضاً لنفس الغرض، مركبات الكبريت العضوى لرش النباتات الصغيرة التى قد تتأثر بإستخدام مركبات النحاس.

- تستخدم أحياناً المضادات الحيوية حيث تعطى نتائج مشجعة فى المقاومة، فبعض المضادات الحيوية تمتص بواسطة النبات وتتوزع داخلة بطريقة وعائية وبذلك يمكن استخدامها على هيئة رش أو لغمر البادرات قبل شتلها. ويعتبر المضاد الحيوى ستربتوميسين أو مخلوط منه مع الأوكس تتراسيكلين من أهم المضادات الحيوية المستخدمة فى مقاومة أمراض النبات البكتيرية. بالإضافة إلى وجود مضادات حيوية أخرى حديثة ذات فاعلية عالية إلا أنها لم تدخل نطاق الإستخدام التجارى حتى الأن. أما عن المقاومة الحيوية فقد وجد ان بعض البكتريوفاج (الفيروس البكتيرى) متخصص على أنواع معينة من البكتيريا الممرضة للنبات. ومن المتوقع أن يلعب هذا دوراً فى مقاومة الأمراض البكتيرية، ففى بعض الحالات وعلى نطاق التجارب أمكن خفض شدة الإصابة ببعض الأمراض البكتيرية بواسطة رشها بالبكتويوفاج المتخصص عليها أو بواسطة البكتريوسين Bacteriocins (بروتين متخصص ينتج بواسطة بعض سلالات من البكتيريا يضاد سلالات أخرى) حيث يستخدم أما فى صورة نقية أو تستخدم السلالات المنتجة له للمقاومة كما فى حالة مقاومة البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* بواسطة البكتيريا *Agrobacterium radiobacter* strain 84 .

- **ومن أمثلة المبيدات البكتيرية المستخدمة ما يلى:**

Chemical structure and name	Target plant disease and causal organism	Manufacturer
$HO_2HC-C(Br)(NO_2)-CH_2OH$ 2-Bromo-2-nitropropanol-1,3-diol (bronopol, Bronocot®) (Worthing, 1979)	Blackarm disease (cotton) *X. c. malvacearum*	The Boots Co. Ltd., Nottingham, U. K. Imperial Chemical Industries, Ltd., Cheshire, U. K.
Remark: Bronopol is a seed dressing bactericide in the formulation of 12.5% seed dressing dust with Captan for dressing cotton seeds to protect cotton against the blackarm disease. The compound is known as a bacteriostatic substance active against a wide range of plant pathogens considering a safe substitute for the common mercury agents.		
$(CH_3)_2N-C(=S)-S-Ni-S-C(=S)-N(CH_3)_2$ Nickel dimethyldithiocarbamate (Sankel®) (Hori, 1973)	Bacterial leaf blight (rice) *X. c. oryzae*	Mikasa Chemical Industries, Ltd., Fukuoka, Japan
Remark: Nickel dimethyldithiocarbamate is a bactericide in the formulation of 65% wettable powder or 6% and 8% dust to protect rice plants agains bacterial leaf blight. The *in vitro* antibacterial activity is moderate.		
Phenazine mono-oxide (Phenazin®) (Sekizawa *et al.*, 1965) (Oda *et al.*, 1966) (Watanabe and Sekizawa, 1969)	Bacterial leaf blight (rice) *X. c. oryzae*	Meiji Seika Kaisha Ltd., Tokyo, Japan
Remark: Phenazine mono-oxide is a bactericide in the formulation of 10% and 20% wettable powder or 1.5% dust to protect rice plants against the bacterial leaf blight. The *in vitro* antibacterial activity is moderate.		
$-O-CH_2-CH=CH_2$ 3-allylkoxy-1,2-benzisothiazole 1,1-dioxide (probenazole, Oryzemate®) (Watanabe *et al.*, 1977) (Sekizawa *et al.*, 1985) (Haga *et al.*, 1986) (Sekizawa, 1986) (Tomita *et al.*, 1976)	Bacterial leaf blight (rice) *X. c.* pv. *oryzae* Bacterial grain rot (rice) *P. glumae* Angular leaf spot (cucumber) *P. s.* pv. *lachrymans* blast (rice), *pv. oryzae*	Meiji Seika Kaisha Ltd., Tokyo, Japan
Remark: Probenazole is the bactericide-fungicide in the formulation of 8% granule to protect against rice bacterial leaf blight, rice bacterial grain rot, cucumber angular leaf spot and rice blast. The *in vitro* antibacterial and antifungal activity are none. The metabolic activation of probenazole in the rice plant is not observed. The current observations have revealed that probenazole may convert the compatible combination to incompatible relating to the host recognition process.		
2-(2,3-dichlorophenyl)-aminocarbonyl-3,4,5,6-tetrachlorobenzoic acid (tecloftalam, Shirahagen®) (Nakagami *et al.*, 1980) (Nakagami and Honda, 1981) (Takahi, 1985)	Bacterial leaf blight (rice) *X. c.* pv. *oryzae*	Ube Industries Co. Ltd., Tokyo, Japan Sankyo Co. Ltd., Tokyo, Japan
Remark: Cumulative research demonstrates that tecloftalam acts not only as a protective but also as a curative agent having long residual activity against rice bacterial leaf blight. Tecloftalam does not kill the causal bacterium (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) *in vitro* using potato-sucrose agar, but it does exhibit strong inhibitory activities relating to the multiplication of the bacterium in rice plant. Tecloftalam was recently commercialized in Korea. Formulation distributed is 10% wettable powder.		

Chemical structure and name	Target plant disease and causal organism	Manufacturer
$(Cu(OH)_2)_3 \cdot CuSO_4$ (Bordeaux mixture and its relatives) (Egli and Sturm, 1981)	Bacterial blight (walnut) *X. c. juglandis* Bacterial leaf blight (rice) *X. c. oryzae* Bacterial blight (pepper) *X. c. vesicatoria* Pustule disease (soybean) *X. c. glycines* Citrus canker (orange) *X. c. citri*	
Remark: The traditional Bordeaux mixture has to be prepared immediately before use by mixing copper sulphate and lime solution. To obtain stable spray suspension instantly, the ready-to-use formulation of tribasic copper sulphate ($CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2 \cdot H_2O$) with appropriate emulsifiers and stickers has become available. In Europe, most commercial copper formulations for agricultural use consist of copper oxychloride ($CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2 \cdot nH_2O$); Cupravit® (Bayer), Grünkupfer® (BASF), Vitigran® (Hoechst), Cuprasol® (Spiess-Urania) and Waker 73. A mixture of the copper salts of fatty and resin acids serves as an emulsifiable non-corrosive foliar protectant with better plant tolerance than inorganic coppers.(Egli and Sturm, 1981).		
Basic copper chloride kasugamycin mixture		Hokko Chemical Industry, Co., Ltd. Tokyo, Japan
Basic copper chloride Kasugamycin-HCl Surfactant and mineral powder (Kasumin®-Bordeaux) (Suhara *et al.* 1966) (Kanda *et al.* 1977) (Kawaguchi and Wada, 1985) (Tsujimoto and Sato, 1983) (Wada, 1985) (Wada *et al.*, 1986)	75.6% (45% as Cu) 5.7% 18.7% **Bacterial diseases:** **Angular leaf spot** **(cucumber, melon, lettuce)** *P. s.* pv. *lachrymans* Bacterial soft-rot (onion) *E. c. carotovora* Bacterial soft-rot (lettuce) *P. cichorii* *P. marginalis* *P. viridiflava* Bacterial shoot blight (tea) *P. s.* pv. *theae* Bacterial brown spot (water melon) *P. marginalis* Citrus canker (orange) *X. c.* pv. *citri* Fungal diseases: Blast (rice) *Pyricularia oryzae* False smut (rice) *Ustilaginoidea virens* Gray blight (tea) *Pestolatia theae* or sp. Leaf mould (tomato) *Cladosporium fulvum* Cercospora leaf spot (sugar beet) *Cercospora beticola* Early blight (tomato) *Alternaria solani* Leaf blight (tomato) *Phytophthora infestans* Powdery mildew (melon) *Sphaerotheca fuliginea* Downy mildew (cucumber) *Pseudoperonospora cubensis* Anthracnose (cucumber) *Colletotrichum lagenarium* Anthracnose (tea) *Colletotrichum theaesinensis*	
Remark: Kasugamycin is an antibiotic used solely for agricultural use without the cross-resistance for aminoglycoside antibiotics of human use. Kasugamycin exhibits a wide range of *in vivo* antibacterial activities against plant pathogens. The mixture with basic copper chloride strengthens the wide range of activities against plant pathogens.		

Chemical structure and name	Target plant disease and causal organism	Manufacturer
Acetylene dicarboxamide (cellocidin, Cellomate*) (Suzuki *et al.*, 1958) (Okimoto and Misato 1963)	Bacterial leaf blight (rice) *X. c.* pv. *oryzae*	Nihon Noyaku Co. Ltd., Osaka, Japan
Remark: Cellocidin was originally isolated as the antibiotic active against *Escherichia coli* from the broth filtrate of *Streptomyces chibaensis*. Later its synthetic preparation had been used as the bactericide against rice bacterial leaf blight in 10% wettable powder formulation. Cellocidin exhibited strong antibacterial activity against *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*.		
3-benzylideneamino-4-phenyl-1,3-thiazoline-2-thione (fentiazon, Celdion*) (Yukushiji *et al.*, 1967) (Yakushiji *et al.*, 1968)	Bacterial leaf blight (rice) *X. c.* pv. *oryzae* Bacterial shot hole (peach) *X. c.* pv. *pruni*	Takeda Chemical Industries Ltd., Osaka, Japan
Remark: Fentiazon had been used as the bactericide against rice bacterial leaf blight in the formulation of 50% wettable powder. Fentiazon does not have direct antibacterial activity against *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. The metabolic activation of this compounds in rice plants was suggested but it has not been defined chemically.		

Table 4. Soil nitrification inhibitors

Chemical structure and name	Manufacturer
2-chloro-6-(trichloro-methyl)pyridine (nitrapyrin, N-Serve*) (Goring, 1962)	The Dow Chemical Co., Agro-Organic Dept. Michigan, U. S. A.
2-amino-4-methyl-6-trichloromethyl-s-triazine (MAST*) (Wakabayashi and Okuzu, 1969) (Wakabayashi *et al*, 1970)	Mitsubishi Chemical Industries Ltd., Tokyo, Japan
Remark: The nitrification inhibitors are the compounds which inhibit the oxidative conversion of ammonium cation to nitrate via nitrite in soil. The conversion is operated by soil bacteria such as *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosocystis*, *Nitrosogloea*, *Nitrobacter*, *Nitrospira* or *Nitrocystis*. As the nitrate formed is easily eluted and lost from arable soil, the availability of nitrogen fertilizer is thus diminished.	

٦- أمراض النبات المتسببة عن الإصابات البكتيرية

٦-١ أمــراض الـذبول الـبكتيرى Bacterial Vasculer Wilts

- تؤثر أمراض الذبول البكتيرى الوعائى على النباتات العشبية فقط كالخضراوات والمحاصيل الحقلية، نباتات الزينة ونباتات المناطق القارية.

- تدخل بكتيريا الذبول الوعائى إلى أوعية النباتات حيث يؤثر وجودها وتحركها فى الجهاز الوعائى على عملية إنتقال المياه والعناصر الغذائية فتترهل أجزاء النباتات النامية فوق سطح التربة وتذبل ثم تموت. تتشابة هذه الأعراض مع الأعراض المتسببة عن الذبول الوعائى الناشىء عن الإصابات الفطرية بالفطريات Ceratocystis , Fusarium , Verticillium. إلا أنه فى حالة الذبول الفطرى فأن المسببات تظل موجوده بالأنسجة الوعائية حتى يموت النبات. بينما فى حالة الذبول البكتيرى فأن البكتيريا غالباً ما تُحطم أو تذيب جزاءاً من الجدار الخلوى لأنسجة الخشب الوعائية أو تسبب تمزقها فى المرحلة الأولى من حدوث الإصابة وبإنتشارها وتكاثرها فى الأنسجة الملاصقة للأوعية تسبب موتها وإذابة جدرها مكونة جيوباً ممتلئة بالبكتيريا والضموغ وبقايا الأنسجة المتهتكة. فى بعض أعراض الذبول البكتيرى الوعائية التى تصيب الذرة وقصب السكر تخرج البكتيريا بمجرد وصولها للأوراق عن طريق الحزم الوعائية لتنتشر فى المسافات البينية لنسيج الورقة وربما تخرج إفرازاتها للخارج من خلال الثغور أو التشققات الموجودة على سطح الورقة. ومن أمثلة ذلك الذبول الوعائى فى القرنفل حيث تخرج البكتيريا على هيئة إفرازات من سطح الساق خلال الشقوق المتكونة فوق الجيوب البكتيرية وأحياناً يمكن الكشف عن وجود إصابة بالذبول الوعائى البكتيرى عن طريق قطع الساق بسلاح حاد قطعاً عرضياً وسحب الجزئين المقطوعين ببطىء. عندئذ يمكن مشاهدة مواد لزجة موجودة بين سطحى القطع عند بداية فصلها. كما يمكن أيضاً أخذ جزء صغير من الساق أو أعناق الأوراق المصابة. ووضعة فى قطرة من الماء ثم فحصة ميكروسكوبياً حيث تظهر كتل من البكتيريا خارجة من الحافة المقطوعة للحزم الوعائية.

- **ميكانيكية عمل بكتيريا الذبول الوعائى:**

- **لا يختلف ميكانيكية عمل بكتيريا الذبول الوعائى كثيراً عن ميكانيكية الذبول الوعائى المتسبب عن الفطريات. حيث تسبب إفرازات البكتيريا المكونة أساساً من عديدات التسكر Polysaccharides فى سد بعض الأوعية كما تفرز البكتيريا أيضاً إنزيمات محللة للمواد البكتينية Pectinases ومحللة للسليلوز Cellulases لتكسر مكونات الجدر الخلوية وتحمل هذة الأجزاء المتهتكة إلى نهايات الأوعية الناقلة خلال النظام النتحىللنبات لتكون تكتل جيلاتينى أو صمغى فى هذه الأجزاء يعمل على سد الثقوب ومنع حركة المياه. كذلك يسبب نشاط هذه الإنزيمات فى ضعف الجدر الخلوية وطراوتها فتترهل الأنسجة وتذبل. قد تُفرز إنزيمات فينول أوكسيديز Phenoloxidas بواسطة البكتيريا أو بواسطة الخلايا النباتية المتهتكة فتتأكسد المركبات الفينولية إلى مركبات كينونية تتجمع مكونة ميلانين Melanoid substances وهذه الأخيرة تعطى لوناً بنياً للجدر الخلوية أو لأى نسيج. تفرز بعض منظمات النمو بواسطة البكتيريا الممرضة فتسبب زيادة فى عدد الخلايا Hyperplasia لبارنكيمية الخشب فتدفع أوعية الخشب لتكوين تايلوزات Tylosis وهناك بعض أنواع البكتيريا المسببة للذبول الوعائى تفرز سموماً متنوعة.**

- **تقضى بكتيريا الذبول الوعائى الشتاء فى بقايا النباتات أو فى التربة أو فى البذور والأجزاء الخضرية التكاثرية، وفى بعض الأحوال فى أجسام الحشرات الناقلة. تدخل البكتيريا النباتات خلال الجروح ومنها إلى الأنسجة الوعائية لتتكاثر وتنتشر فيها وتنتقل من نبات لآخر عن طريق تلوث الأدوات الزراعية والنيماتودا بما تحدثة من جروح تسهل دخول البكتيريا إلى الجهاز الوعائى للنبات.**

- **الـــمقاومة:**

- **يصعب مقاومة هذا النوع من الأمراض إلا أنه يمكن إستخدام أصناف مقاومة فى الزراعة مع إتباع دورة زراعية مناسبة. وإستخدام بذور أو أجزاء خضرية تكاثرية خالية من الإصابة. كذلك مقاومة الحشرات الناقلة إن وجدت مع التخلص من النباتات المصابة وبقاياها.**

وأهم هذه البكتيريا المسببة لتلك النوع من الأعراض هى:

٦-١-١ جنس Corynebacterium يتبعة أنواع هامة هى:

- *Corynebacterium insidiosum* وتسبب الذبول البكتيرى فى البرسيم الحجازى Alfalfa
- *Corynebacterium flacumfaciens* وتسبب الذبول البكتيرى فى الفاصوليا.
- *Corynebacterium sepedonicum* وتسبب العفن الحلقى فى البطاطا (البطاطس).
- *Corynebacterium michiganense* وتسبب التقرح والذبول فى الطماطم.

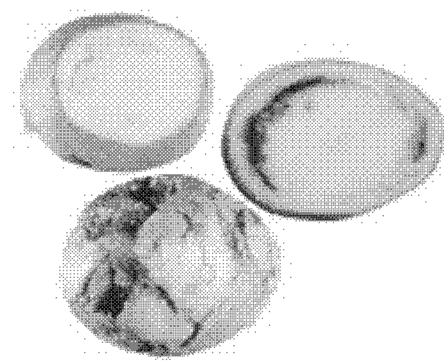
المرض	المسبب
• الذبول البكتيرى فى البرسيم الحجازى	*Corynebacterium insidiosum*
• الذبول البكتيرى فى الفاصوليا	*Corynebacterium flacumfaciens*
• العفن الحلقى فى البطاطا (البطاطس)	*Corynebacterium sepedonicum*
• التقرح والذبول فى الطماطم	*Corynebacterium michiganense*

دراسة حالة Case Study

العفن الحلقى فى البطاطس Ring Rot of Potato
Corynebacterium sepedonicum

- لا يظهر على النباتات المصابة أعراض فوق سطح التربة قبل إكتمال النمو. وقد تظهر الأعراض متأخرة فتختبىء فى أعراض أمراض أخرى مثل مرض اللفحة المتأخرة. فى السنوات ذات الربيع البارد والصيف الحار فإن الإصابة تبدأ بظهور تقزم على الساق أو أكثر من سيقان النبات بينما تظهر بقية أجزاء النبات طبيعية. تصفر المنطقة الظهرية للوريقات وتلتف حوافها إلى أعلى، ويظهر بها مناطق متقرحة.
- يصاحب إصفرار الأوراق حدوث ذبول يستمر حتى يشمل كل الأوراق وعندئذ يجف الساق. لا يظهر على السيقان الذابلة تلون داخلى ملحوظ. ولكن إذا قطع الساق عند القاعدة وضغط علية بين الأصابة يخرج من أنسجتة الوعائية إفرازات لزجة ذات لون أصفر فاتح.
- تظهرالأعراض المميزة للمرض على الدرنات سواء قبل أو بعد الحصاد، وربما توجد على البعض دون الآخر. وتبدأ الأعراض فى الإنتشار مبتدئة بنهاية إتصال الساق مع الدرنة فتتجة إلى الأنسجة الوعائية.

وعند عمل قطع من درنة مصابة يظهر عليها تلون حلقى ذو لون أصفر فاتح فى منطقة الحزم الوعائية (شكل-١٠) . وربما تخرج بعض الإفرازات البكتيرية من هذه المناطق عند الضغط على الدرنة. بتقدم المرض يتكون عفن أصفر أو بنى فاتح فى مناطق الحزم الوعائية فإذا ضغط على الدرنة فإنها تخرج إفرازات لزجة من المناطق المصابة. تزداد الجيوب المتكونة بزيادة تعفن الأنسجة فى منطقة الحزم الوعائية حيث تصبح عرضة للإصابات الثانوية ببكتيريا العفن الطرى والتى تأتى عليها.





شكل – ١٠

اعراض الاصابة بالعفن الحلقى فى البطاطس

- من الصفات المورفولوجية المميزة لهذه البكتيريا أنها موجبة لصبغة جرام. ويمكن التعرف المبدئى للمرض عن طريق الأعراض التى يحدثها على المحصول. وتصيب هذه البكتيره عدداً محدوداً من العوائل منها الطماطم والفلفل.
- تقضى البكتيريا فترة الشتاء فى الدرنات المصابة أو على هيئة إفرازات جافة على الأدوات الزراعية وأكياس التعبئة والأقفاص ...... الخ. تنتشر البكتيريا بسهولة عن طريق سكاكين التقطيع فأثناء تقطيع الدرنات إستعداداً لزراعتها تتلوث السكاكين وتعمل على نشر البكتيريا. ويعمل تلوث السكين مرة واحدة على نشر البكتيريا فى حوالى ٢٠ قطعة على الأقل من الدرنات. تدخل البكتيريا النباتات خلال الجروح فقط لتصيب أنسجة الخشب وتتكاثر بها وربما تسبب إنسدادها. تستطيع البكتيريا التحرك إلى الأنسجة البارنكيمية المحيطة بأوعية الخشب مكونه جيوباً ممتلئة بالبكتيريا. تغزو البكتيريا الجذور مسببه تلف الجذور الصغيرة فتشارك بذلك فى ظهور الأعراض على النباتات فوق سطح التربة قرب نهاية الموسم.
- ويعزى ذبول النباتات إلى إنسداد الأوعية بالبكتيريا وكذلك إلى إفراز سماً بكتيريا يتركب أساساً من الجليكوببتيدات glucopeptides.

• الـــمقاومة:

- يقاوم هذا المرض بزراعة درنات بطاطس مختبرة خالية من الإصابة. وبالنسبة للتربة فلم يسجل أن البكتيريا تقضى فترة الشتاء بها. ولكن يمكنها قضاء فترة الشتاء على هيئة إفرازات جافة فى اداوات الزراعة والنقل وأيضاً فى المخزن ..... الخ. لذلك يجب معاملة هذه الأدوات والأماكن بالمطهرات مثل كبريتات النحاس والفورمالدهيد. أما سكاكين التقطيع فيجب غمرها بصفة دورية فى محلول هيبوكلوريت الصوديوم أو فى الماء المغلى.

٦-١-٢ جنس Erwinia يتبعة أنواع هامة هى:

المرض	المسبب
• الذبول أو Stewart's wilt فى الذرة	*Erwinia stewartii*
• الذبول البكتيرى فى القرعيات	*Erwinia tracheiphila*

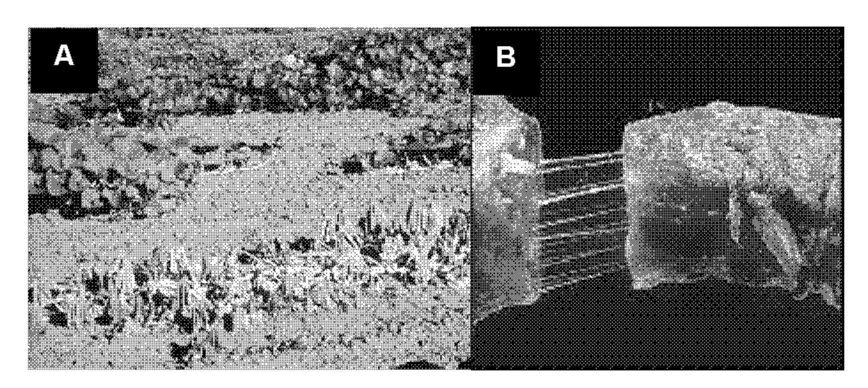
دراسة حالة Case Study

الذبول الوعائى فى القرعيات Bacterial Wilt Of Cucubits
Erwinia tracheiphila

- ينتشر هذا المرض ليصيب كثيراً من النباتات البرية التابعة للعائلة القرعية. ويعتبر الخيار من أكثر العوائل تأثراً بالمرض، يلية الكوسة فالقرع العسلى Pumpkin ثم القاوون (البطيخ الأصفر) Muskmelon أما البطيخ فهو مقاوم لهذا المرض.
- يظهر المرض فى صورة ذبول مفاجىء للمجموع الخضرى والعروق ينتهى بموت النباتات كما تسبب البكتيريا عفناً هلامياً على ثمار القرع فى المخزن وتختلف شدة الإصابة من موسم لآخر ومن منطقة لأخرى ومن إصابة فردية إلى شديدة قد تصل إلى هلاك ٩٥٪ من المحصول فى الحقل.

الأعــراض:

- تبدأ الأعراض على هيئة ترهل لورقة أو أكثر فى أحد تفرعات النبات. تنتشر هذه الأعراض لتسبب ذبولاً لبقية أوراق النبات وضعفاً للتفرعات المصابة. تجف الأوراق الذابلة وتصبح السيقان المصابة طرية شاحبة اللون ذابلة ثم تجف. تنتشر الأعراض ببطىء فى النباتات الأقل قابلية للإصابة أو تحت الظروف الغير ملائمة لإنتشار المرض فيقل معدل النمو ويندفع النبات للتزهير السريع والكثيف قبل إكتمال النمو الخضرى. بعمل قطع عرضى فى ساق النبات المصاب ثم الضغط علية بين الأصابع تخرج منه قطرات فاتحة اللون عبارة عن الإفرازات البكتيرية (شكل-١١). تلتصق هذه الإفرازات اللزجة بالأصابع وعلى السطح المقطوع من الساق. فاذا سحبت هذه الإفرازات برفق فإنها تكون خيوطاً رهيفة ربما تستطيل لعدة سنتيمترات. ويستخدم فى بعض الأحوال المظهر اللزج واللبنى لعصارة النباتات المصابة كأحد الصفات التشخيصية لهذا المرض.



شكل – ١١
اعراض الاصابة بالذبول الوعائى فى القرعيات (A) وخروج افرازات لزجة اثناء قطع السيقان

- عند تكشف الأعراض على ثمار القرع فى المخزن فأن العفن الهلامى ينتشر داخل الأنسجة ويسبب فساداً لكل أجزاء الثمرة فى الوقت الذى قد يظهر فية السطح الخارجى لها سليماً. وعادة تتقدم الإصابة فتظهر على سطح الثمرة فى صورة بقع سوداء أو لطع تتصل ببعضها وتكبر لتكون مساحة كبيرة من الأنسجة السوداء. قد يستمر إنتشار المرض لعدة أشهر فى المخزن تتعرض أثنائها الثمار المصابة إلى مهاجمة الكائنات الأخرى المسببة للعفن الطرى.

- لاتستطيع بكتيريا الذبول الوعائى المعيشة فى أنسجة مصابة جافة لفترة أكثر من أسابيع قليلة حيث أنها شديدة الحساسية للجفاف. ويمكنها أن تعيش فى الجهاز الهضمى لكل من خنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittata* وخنفساء الخيار المنقطة *Diabrotice undecimpunctata* حيث تعتمد عليهما فى إنتشارها وإنتقالها وقضاء فترة الشتاء فى أجسامها.

دورة المرض :

- تكمن البكتيريا أثناء فصل الشتاء فى القناة الهضمية لعدد قليل نسبياً من خنافس الخيار المخططة والمنقطة. فى الربيع وأثناء تغذية هذه الحشرات على أوراق القرع تحدث جروحاً عميقة تدخل منها البكتيريا الموجودة فى براز هذه الحشرات. تسبح البكتيريا فى العصير الموجود فى الجروح لتدخل إلى أنسجة الخشب حيث تتكاثر بها وتنتشر إلى كل أجزاءا النبات. ويلاحظ أنها غير قادرة على دخول الأنسجة خلال الثغور.

- عندما تنتشر البكتيريا فى أنسجة الخشب فإنها تقلل من كفاءة الأوعية الإمتصاصية بالإضافة إلى أنها تترك مواد صمغية فى هذة الأوعية. وأحياناً تتكون تايلوزات فى النباتات المصابة. فى بعض الأحوال تسبب المواد الصمغية والتايلوزات فى أعاقة عمليات النتح. فعندما تبدأ أعراض الذبول فى الظهور ينخفض معدل النتح فى النباتات المصابة عنها فى النباتات السليمة. وقد لوحظ أن قوة اندفاع المياه فى النباتات الذابلة يصل إلى خمس نسبتها فى النباتات السليمة. ويشير ذلك إلى فعل البكتيريا فى سد الأوعية الناقلة.

- تنتقل البكتيريا من نبات لآخر فى بادىء الأمر عن طريق الخنافس، وأحياناً عن طريق حشرات أخرى مثل النطاطات. فعندما تتغذى هذه الحشرات على النباتات المصابة تتلوث أجزاء فمها بالبكتيريا، وبانتقالها الى نباتات سليمة تحمل معها البكتيريا حيث نضعها فى الجروح الجديدة التى تحدثها. وتتسبب خنفساء واحدة فى عدوى ٣ ـ ٤ نباتات سليمة على الأقل عقب تغذية واحدة من نبات مصاب. هذا وقد وجد أن بعض الخنافس قادرة على استمرار نشر البكتيريا لمدة تزيد عن ثلاثة أسابيع عقب تغذية واحده من نبات مصاب. ويلاحظ أن العدوى لاتحدث إلا عند توفر غشاء من الماء على الأنسجة النباتية حتى تتمكن البكتيريا من الوصول إلى الجروح والإنتقال إلى أنسجة الخشب. تبدأ أعراض الذبول فى الظهور بعد ٦ ـ ٧ أيام من حدوث العدوى فتصبح كل النباتات مصابة بالذبول وذلك بعد ١٥ يوماً. تموت البكتيريا الموجودة فى الأوعية المصابة فى خلال شهر إلى شهرين بعد موت النباتات وجفافها. لايمكن للبكتيريا أن تعيش فى التربة أو فى بذور النباتات أو عليها.

- تصاب ثمار القرع عن طريق الأوعية الناقلة وأيضاً عن طريق الأزهار والثمار حيث تتغذى عليها الخنافس خلال فصل النمو فتعمل على إنتشار البكتيريا.

- تؤثر الظروف البيئية على إنتشار المرض حيث تشتد الإصابة عند تواجد أعداداً كبيرة من الخنافس فى المنطقة وأيضاً عندما تكون النباتات صغيرة عصارية في وجود جواً مشبعاً بالرطوبة.

المقاومة :

- تعتمد المقاومة على إبادة خنافس الخيار بإستخدام المبيدات الحشرية مثل (sevin) أو Carbory أو Methoxyehlor أو Rotenone وتعتبر المقاومة المبكرة للخنافس من أهم العوامل التى تحد من إنتشار المرض. كذلك يجب التخلص من النباتات المصابة وحرقها. ولتجنب حدوث عفن لثمار القرع فى المخزن بصفة دورية. أما من جهة الأصناف المقاومة فيوجد لكل نوع من أنواع القرعيات عدة أصناف مقاومة.

٦-١-٣ جنس Pseudomonas يتبعة أنواع هامة هى:

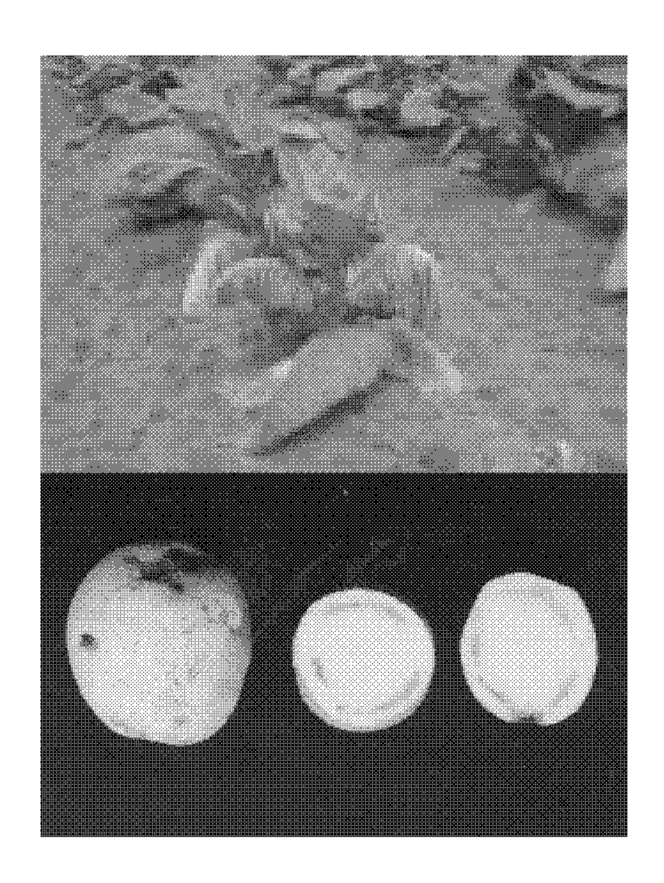
المسبب	المرض
Pseudomonas (Ralostonia) solanacearum	• الذبول البكتيرى فى النباتات التابعة للعائلة الباذنجانية كذلك مرض موكو Moko فى الموز
Pseudomonas earyophylli	• الذبول البكتيرى فى القرنفل

دراسة حالة Case Study

الذبول البكتيرى Bacterial Wilt
Pseudomonas (Ralostonia) solanacearum

- يطلق على هذا المرض عدة أسماء أخرى منها : Granville wilt فى التبغ نسبة إلى منطقة ظهوره لأول مرة فى الولايات المتحدة. واسم Slime disease فى جاوة وسوماطرا واسم Kuromushi أو Lchobyo فى اليابان ويصيب الموز ويطلق علية اسم Moko Disease والعفن البنى Brown Rot عندما يصيب البطاطس.

- ينتشر المرض أينما تزرع نباتات تابعة للعائلة الباذنجانية. وبإستثناء البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* فإن هذه البكتيريا *Pseudomonas (Ralostonia) solanacearum* هى أكثر البكتيريات إصابة للأنواع النباتية المختلفة حيث تصيب أكثر من ١٩٧ نوعاً نباتياً تابعاً إلى ٣٣ عائلة نباتية معظمها من ذوات الفلقتين وقليل منها تابع لذوات الفلقة الواحدة. وتحتوى العائلة الباذنجانية على أكثر عدد من الأنواع القابلة للإصابة. ويعتبر الجنس *Nicotiane* أشهر الأجناس التى تصاب بالمرض. وقد درست درجة مقاومة كثير من المحاصيل الهامة لهذا المرض فوجد أن فول الصويا واللوبيا لاتصاب فى الطبيعة. أما القطن والبطاطا الحلوة والبطيخ فمنيعة. إلا أن الدراسات الحديثة أثبتت وجود عدداً من السلالات لهذه البكتيريا (شكل-١٢).



شكل – ١٢
اعراض الاصابة بالذبول البكتيرى

- يسبب المرض أضراراً بالغة لزراعات الطماطم والبطاطس خاصة فى المناطق الدافئة. فيصيب التبغ مؤدياً إلى هلاكة كما يقضى على أشجار الموز فى المناطق الإستوائية. ويسبب المرض عفناً بنياً Brown Rot على درنات البطاطس. ويوجد على الأقل ثلاث سلالات من هذه البكتيره يمكن التفريق بينها عن طريق النطاق العوائلى فالسلالة الأولى Race 1 تصيب التبغ والطماطم والعديد من نباتات العائلة الباذنجانية والموز ثنائى الأساس الكرموسونى أما Race 2 فتصيب الموز ثلاثى الأساس الكروموسومى و Race 3 ممرض أساساً للبطاطس والطماطم وقليلة القدرة المرضية على نباتات العائلة الباذنجانية الأخرى.

- **الأعـــراض:**

- تبدأ ظهور الأعراض بحدوث ذبول مفاجىء على البادرات يؤدى إلى موتها. أما على النباتات الكبيرة فقد يظهر عليها أعراض ذبول وتلون للأوراق ثم سقوطها وتموت النباتات فى النهاية. قد ينشأ على جذور النباتات المصابة كما فى حالة الطماطم جذوراً عرضية غزيرة وتتلون الأنسجة الوعائية للسيقان والجذور والدرنات فى حالة البطاطس باللون البنى. أما عند عمل قطع عرضى في هذه الأجزاء فيشاهد سائل لزج منها حيث توجد الجيوب البكتيرية عادة حول الحزم الوعائية فى النخاع وفى القشرة تتعفن الجذور ويظهر الذبول التدريجى على النباتات وتموت فى النهاية أما سبب الذبول فيعزى إلى إنسداد الأوعية بالبكتيريا بجانب تكوين مواد عديدة التسكر يعتقد أنها سامة للنبات وتساعد فى إحداث الذبول.

- **دورة المرض:**
- **تسكن البكتيريا الشتاء فى الدرنات المصابة والريزومات وعلى البذور فى بعض المحاصيل القابلة للإصابة سواء منزرعة أو برية ثم تنتشر مع مياه الرى وكذلك بواسطة السكاكين المستخدمة فى تقطيع الدرنات والريزومات وفى بعض الأحوال بواسطة الحشرات الناقلة.**
- **تدخل البكتيريا إلى النباتات من خلال الجروح التى تحدثها الآلات الزراعية وأيضاً عن طريق الجروح الطبيعية التى تتكون نتيجة خروج الجذور الثانوية. تصل البكتيريا إلى أوعية الخشب ومنها تنتشر فى النباتات على امتداد الأوعية. تتسرب البكتيريا من خلال المسافات البينية إلى الخلايا البارنكيمية فى القشرة والنخاع حيث تحلل الجذر الخلوية وتكون جيوباً ممتلئة بكتل لزجة من الخلايا البكتيرية وبقايا النباتات المتحللة.**

- **الـــمقاومة:**
- **الأساس فى المقاومة السليمة هو إستخدام أصناف مقاومة فى حالة توفرها وإتباع دورة زراعية سليمة فى حالة عدم توفر الأصناف المقاومة. كذلك انتقاء التقاوى النظيفة وتعقيم الأدوات الزراعية مثل السكاكين بوضعها فى محلول فورمالدهيد ١٠٪ أو ماء مغلى عقب كل أستخدام. حرق النباتات والدرنات المصابة وكذلك النباتات المحيطة بدائرة الإصابة والتى لم يظهر عليها الأعراض بعد. وفى حالة التربة الملوثة يمكن تبويرها لمدة عام مع تقليبها المستمر وذلك للأسراع فى تجفيف بقايا النباتات كى تموت البكتيريا.**

٦-١-٤ جنس Xanthomonas يتبعة أنواع هامة هى:

المرض	المسبب
• العفن الأسود أو العرق الأسود فى الصليبيات	*Xanthomonas campestris*
• التصمغ فى قصب السكر	*Xanthomonas vascularum*

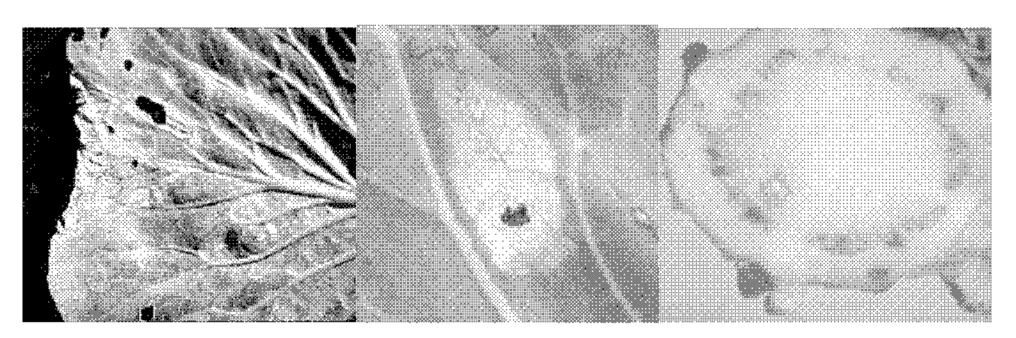
دراسة حالة Case Study

العفن الأسود أو العرق الأسود فى الصليبيات
Black Rot Or Black Vein Of Crucifers
Xanthomonas campestris

- ينتشر المرض فى كل أنحاء العالم ويصيب العائلة الصليبية. ويؤدى أحياناً إلى نقص شديد فى المحصول المنزرع. يصيب المرض النباتات فى أى عمر من أعمارها حيث تبدأ الأعراض فى الظهور على الأجزاء الموجودة فوق سطح التربة. ولكن فى بعض العوائل مثل اللفت والفجل والتى تكون جذوراً شحمية فإن هذه الأجزاء قد تصاب مكونة عفناً جافاً. تتقزم البادرات المصابة كما يتشوه نمو النبات حيث ينمو جانباً واحد منه. تسقط الأوراق السفلية على الساق.

- **الأعـــراض :**

- تبدأ الأعراض فى الظهور فى صورة تبقعات مصفرة قرب حواف الأوراق تأخذ شكل حرف **V** وغالباً ما تنتشر الإصابة تجاه العرق الوسطى للورقة ويتحول لون العروق بين المناطق المصفرة إلى اللون الأسود. كما تتحول المناطق المصابة أيضاً إلى اللون البنى ثم تجف. يمتد تلون العروق إلى الساق فى الإتجاهين إلى أعلى وإلى أسفل ومنه ينتشر إلى الأوراق والبذور. وعندما تصبح الأوراق مصابة وعائياً بالبكتيريا يظهر عليها وفى أى مكان من النصل بقع مصفرة تؤدى إلى سقوط الأوراق المصابة واحدة تلو الأخرى قبل تمام نضجها. لايظهر على الساق فى النبات المصاب أعراضاً ظاهرية. ولكن عند عمل قطع عرضى به يشاهد تلون وأسوداد فى الأنسجة الوعائية وربما تتكون كميات قليلة من إفرازات لزجة مصفرة من البكتيريا وأحياناً تتكون جيوب ممتلئة بالبكتيريا فى النخاع والقشرة. تتأثر أيضاً رؤوس الكرنب والقرنبيط وتتلون. كذلك تصاب الجذور الشحمية فى اللفت والفجل ... الخ. تهاجم الأنسجة المصابة فيما بعد ببكتيريا العفن الطرى حيث تحلل الأنسجة وتخرج منها رائحة كريهة (شكل-١٣).



شكل –١٣

اعراض الاصابة باالعفن الأسود أو العرق الأسود فى الصليبيات

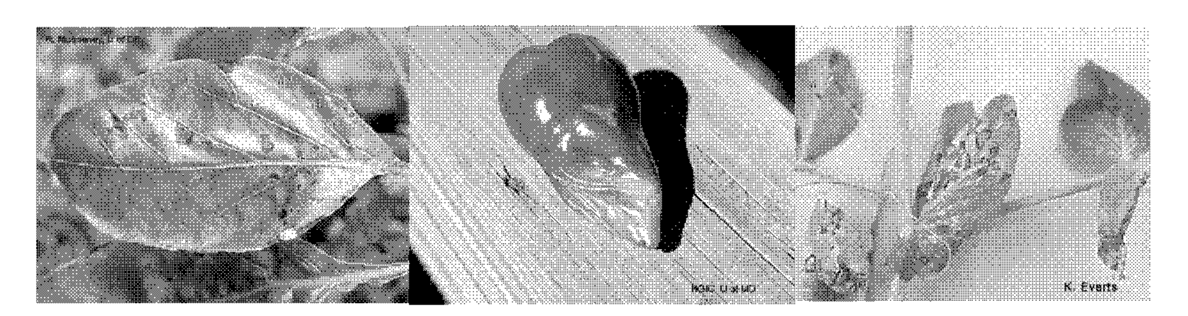
- تقضى البكتيريا الشتاء فى بقايا النباتات المصابة وعلى البذور أو فى داخلها. وعندما تتلوث الأوراق الفلقية أو المستديمة بالبكتيريا فإنها تدخل إليها خلال الثغور والثغور المائية أو الجروح حيث تنتشر فى المسافات البينية للخلايا ومنها تصل إلى الأنسجة الوعائية لتغزوها وتتكاثر بداخلها وتنتشر بعد ذلك إلى كل أجزاء النبات بما فى ذلك البذور. وفى نفس الوقت وأثناء تواجد البكتيريا فى نسيج الخشب فإنها تنتشر فى المسافات البينية لخلايا بارنكيمة الخشب حيث تميت هذه الخلايا ثم تكون جيوباً ممتلئة بالبكتيريا. عندما تصاب الورقة فإن البكتيريا تصل إلى سطح الأوراق خلال الثغور المائية أو الجروح سواء التى تحدثها الحشرات أثناء تغذيتها أو التى تحدث نتيجة العمليات الزراعية حيث تنتشر بواسطة طرطشة مياه الأمطار والرياح كما تنتقل بواسطة الأدوات الزراعية إلى أوراق النباتات السليمة لتغزوها. وبزيادة أنتشار المطر خاصة فى الجو الدافىء تظهر الأعراض فى غضون عدة ساعات.

- **الـــمقاومة :**

- من الأمراض التى يصعب مقاومتها وتعتمد مقاومتة على أستخدام بذور نظيفة والإقتصار على نقل الشتلات المتأكد من عدم ظهور أعراضاً عليها فى المشتل وأيضاً عدم الزراعة فى الأرض التى ظهر بها المرض فى السنوات السابقة حيث تترك على الأقل لمدة ٢ –٣ سنوات دون زراعة نباتات تابعة للعائلة الصليبية. قد تفيد معاملة البذور بالماء الساخن (٥٠ ° م لمدة نصف ساعة) فى مقاومة البكتيريا.

٢-٦ التبقعات واللفحات البكتيرية

• يتسبب عن بعض البكتيريا الممرضة للنبات أعراض تبقعات مختلفة الحجم على الأوراق والسيقان والبراعم والثمار. وتظهر بعض الأعراض على صورة تقرحات تتصل مع بعضها بتقدم الإصابة محدثة ما يسمى باللفحات. ومن الممكن أن تنتشر اللفحة على كل النبات لتقتلة وقد تبدأ الإصابة في آن واحد من نقط مختلفة على النبات كما هو الحادث فى مرض اللفحة النارية فتظهر الأعراض على كل النبات فى نفس الوقت. تظهر البقع المتقرحة مستديرة أو غير منتظمة وفى بعض الأحوال تحاط بهالة صفراء. تتحدد التبقعات البكتيرية فى أوراق النباتات ذوات الفلقتين بواسطة العرق الوسطى أو العروق الثانوية الكبيرة حيث تظهر بقع ذات أركان. أما فى ذوات الفلقة الواحدة فأن الإصابة تظهر على الأوراق والسيقان فى صورة خطوط أو شرائط يحددها فى ذلك نظام التعريق فى الورقة وفى الجو المشبع بالرطوبة غالباً ما يخرج من الأنسجة المصابة إفرازات لزجة من البكتيريا تنتشر إلى الأنسجة المتجاورة أو لنباتات جديدة فتتكرر الإصابة. وغالباً ما يحدث فى مثل هذه الظروف البيئية أن تسقط الأنسجة الميتة تاركة ثقوباً مستديرة أو غير منتظمة الشكل ذات حواف صلبة. تحدث معظم أمراض التبقعات البكتيرية على الأوراق والسيقان والثمار .... الخ بواسطة البكتيريا التابعة لجنس ***Pseudomonas*** و ***Xanteomonas*** ، بينما تتسبب اللفحات عن البكتيريا التابعة لجنس ***Pseudomonas, Erwinia*** .



شكل ــ ١٤
شكل عام يوضح اعراض الاصابة بالتبقعات واللفحات البكتيرية

- يعتمد التشخيص المبدئي للأمراض المسببه للتبقعات البكتيرية واللفحات على مظهر الإصابة ولكن لا يمكن بالفحص الميكرسكوبى المباشر الكشف عن وجود البكتيريا فى داخل الأنسجة كما هو حادث فى الفطريات التى تصيب الأنسجة النباتية. إلا أنه أمكن لـ Bashan وآخرون سنة ١٩٨١ من مشاهدة البكتيريا المسببة للأصابات الورقية بالفحص المباشر لأنسجة الورقة بإستخدام الميكروسكوب الضوئى وذلك بعد عدة معاملات لها تتمثل فى ترويق الأنسجة ثم معاملتها بالقلويات فصبغها بصبغة الانين الزرقاء Alanine Blue فتنصبغ الخلايا البكتيرية باللون الأزرق الداكن بينما يظل النسيج النباتى عديم اللون أو ملون تلويناً ضعيفاً بالون الأزرق الباهت.

- تقضى البكتيريا المسببة لهذا النوع من الأعراض فترة الشتاء على الأجزاء المصابة أو السليمة من النباتات المستديمة أو على البذور أو على بقايا النباتات المصابة أو الأدوات الزراعية المستخدمة فى النقل أو فى التربة. تنتشر من مكان لآخر بواسطة الأمطار خاصة المصحوبة بالرياح أو عن طريق الملامسة المباشرة بالحشرات الناقلة كالنحل أوالنمل أو الذباب أو عند نقل النباتات أو شتلها أو بواسطة أدوات الزراعة ... الخ. حيث تدخل إلى خلايا العائل من خلال الفتحات الطبيعية والجروح وتغزوه حتى المسافات البينية للأنسجة البارنكيمية ويساعدها فى ذلك تشبع الأنسجة بالمياه خاصة خلال فصل المطر. قد تفرز هذه البكتيريا أنزيمات بكتينية وسليلوزية تذيب بها الجدر الخلوية.

- تقاوم التبقعات واللفحات البكتيرية (بالإضافة إلى إستخدام الأصناف المقاومة والدودة الزراعية) بواسطة رشها عدة مرات خلال الفصل الذى تكون فيه النباتات عرضة للإصابة حيث يستخدم مزيج بوردو أو مركبات النحاس المختلفة أو الزينب أو المضادات الحيوية مثل ستريتوميسين والتتراسيكلين. وفى الأشجار المعمرة يمكن حقنها بالمضادات الحيوية.

وأهم هذه البكتيريات المسببة لتلك النوع من الأعراض هى:

٦-٢-١ جنس Erwinia يتبعة أنواع هامة هى:

المرض		النوع
• اللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح وعوائل اخرى	Fire Blight Of Pome Fruits	*Erwinia amylovora*
• اللفحة البكتيرية فى الداوودى (الكريزنثيم)	Bacterial Blight Of Chrysanthemum	*Erwinia carotovora var chrysanthemi*

دراسة حالة Case Study

٦-٢-١-١ اللفحة النارية في الكمثري والتفاح
Fire Blight

ما هى اللفحة النارية؟

اللفحة النارية هو مرض تسببه البكتيريا *Erwinia amylovora* يصيب الكمثري والتفاح و السفرجل وعديد من نباتات الزينة التابعة للعائلة الوردية. وتصاب الأزهار أولاً حيث تبدو البتلات مائية الملمس ثم تذبل وتتحول إلي اللون الأسود في النهاية.

ما هى الاعراض المميزة للمرض؟

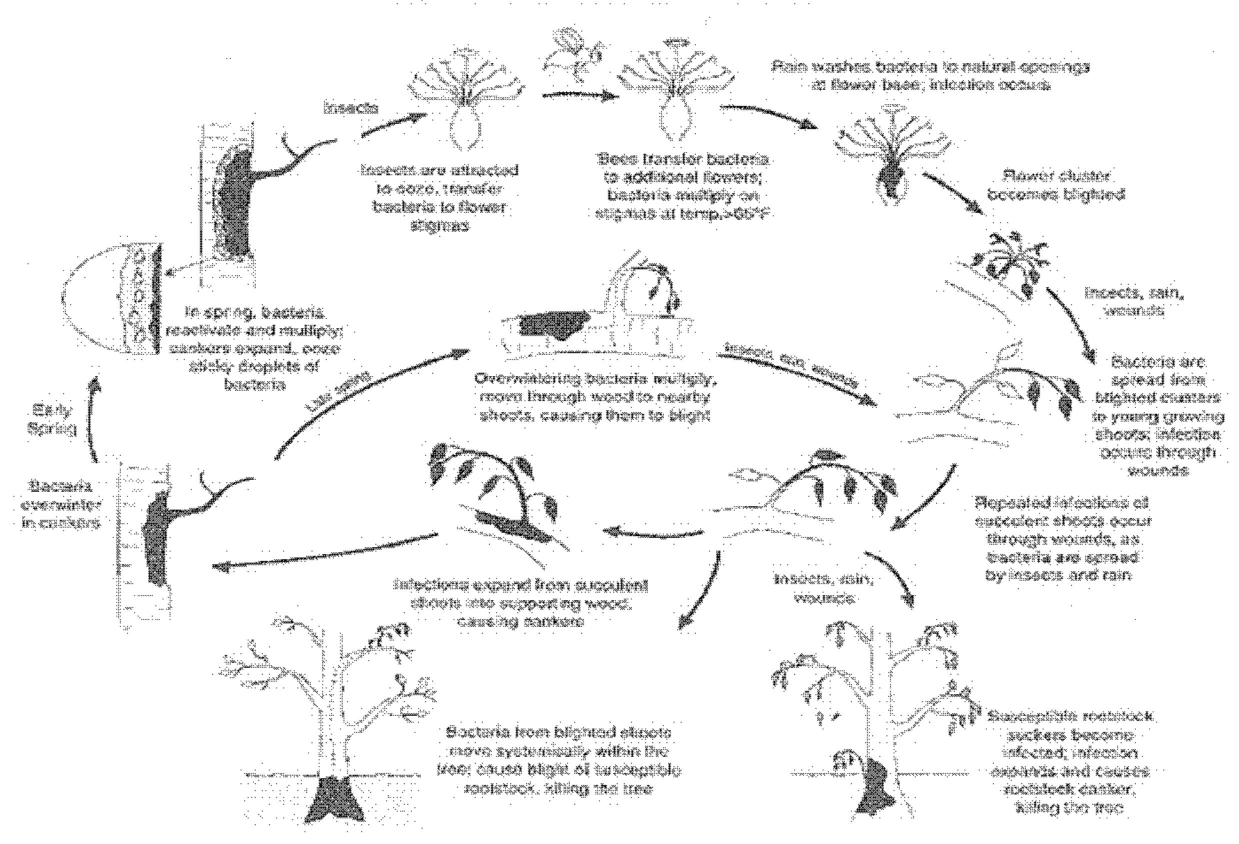
أهم الأعرا ض المميزة للمرض هو اسوداد الأوراق والأفرع وفي الحالات الشديدة تصاب الأفرع وتتحول الي شكل الخطاطيف وقد يخرج من الأجزاء المصابة سائل لزج يحتوي علي ملايين الخلايا البكتيرية. وتظهر الأعراض بدءًا من موسم الصيف ويمكن للبكتيريا قضاء فترة الشتاء في الأنسجة المتقرحة وحتي بدء موسم الربيع التالى.

ما هى خـــطورة الـــمرض؟

تعتبر اللفحة النارية واحدة من أهم الأمراض المدمرة لأشجار الكمثري والتفاح ويظهر المرض في مواسم متفرقة ولكن يمكنها إحداث إصابة شديدة للأشجار لينتشر المرض بصورة وبائية فيقضي علي الأزهار والأفرع الخضرية - وأحياناً علي الشجرة بأكملها.

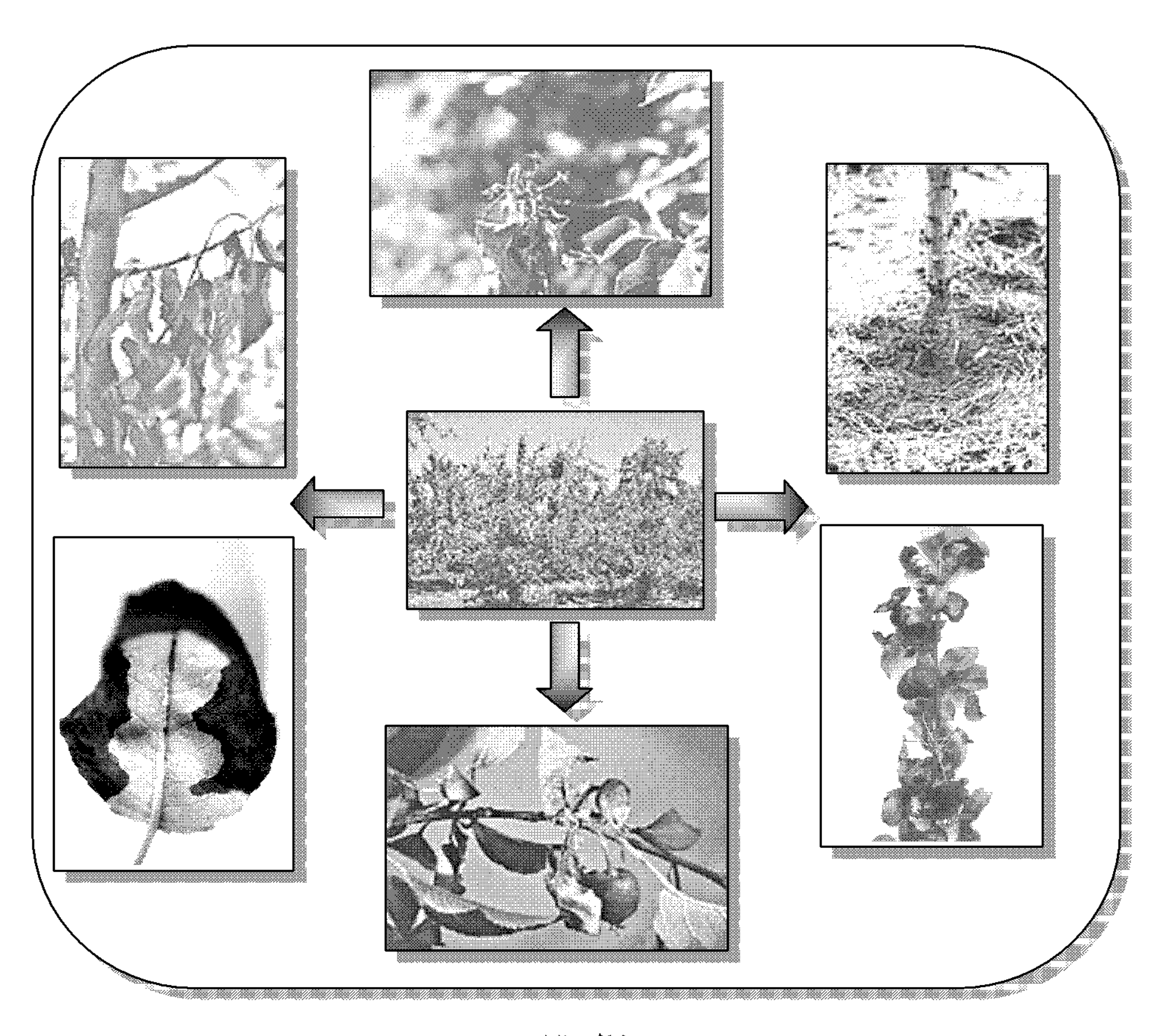
ما هى البيئة الملائمة لإنتشار المرض؟

يعتمد انتشار مرض اللفحة النارية في الكمثري علي التفاعل بين أشجار الكمثري والبكتيريا المسببة "ايروينيا أميلوفورا" وذلك تحت مظلة من الظروف البيئية والتي تشتمل علي الطقس ووجود الحشرات الناقلة للبكتيريا. وهناك عوامل اساسية تحدد درجة القابلية للإصابه بالمرض وهي موقع المزرعة و حالة التربة و تغذية الأشجار والعمليات الزراعية في البستان والظروف البيئية المناسبة لكل من البكتيريا والعائل وتفاعلهما خلال موسم النمو.



شكل ــ ١٥

دورة حياة مرض اللفحة النارية فى الكمثرى



شكل -١٦
أعراض المرض على الاجزاء النباتية المختلفة

كيف تتحول الاصابة إلى صورة وبائية؟

ولحدوث المرض في صورة وبائية يستلزم أن تكون الظروف مثلي لكل العوامل لصالح البكتيريا "ايروينا اميلوفورا" وتتلخص هذه العوامل في:

أولاً : العـــائـــل

ا- مقاومة النبات للفحة:

- سجلت اللفحة النارية علي حوالي ٢٠٠نوع نباتي تتبع ٤٠ جنساً من العائلة الوردية اهمها الكمثري والتفاح.
- يعتبر مرض اللفحة النارية من الأمراض المدمرة للكمثري "بيرس كميونس".
- من الملاحظات أيضا أن الأنواع الجيدة من الكمثري الملساء ذات الرائحة الذكية هي أكثر الأصناف عرضة للمرض.

ب-العضو النباتي وعمره:

- يمكن للبكتيريا "أيروينيا أميلوفورا" احداث لفحة للأزهار و لفحة للنموات الخضرية العصارية و لفحة للثمار. ففي لفحة الأزهار ليس من الضروري إحداث جروح في الأزهار لذلك فان برنامج المكافحة للمرض يجب أن يتجه بداية الي تقليل حدوث لفحة الأزهار.
- من الثابت أيضاً أن الأنسجه العصارية سريعة النمو تكون أكثر قابلية للأصابة من البطيئة لذلك تكثر الإصابة في المزارع الحديثة عن القديمة من نفس النوع.

ج- حالة التربة وتغذية الأشجار:

- تؤثر ظروف التربة (نوع التربة – محتواها من الرطوبة – درجة حموضتها – المحتوي الغذائي) علي درجة الإصابة بمرض اللفحة النارية والتربة التي تساعد علي انتشار المرض عادة ما تكون تربة ثقيلة ذات صرف سيء حامضية أو تسميدها زائد. وينتشر المرض بدرجة عالية في الأشجار المنزرعة في أرض فقيرة في الصرف تميل للحامضية مع مستوى بوتاسيوم قليل إذا ما قورنت بالاشجار المنزرعة في أرض جيدة الصرف ذات المستوي العالي من البوتاسيوم. لذلك يجب أن يوضع ذلك في الحسبان عند عمل برنامج التغذية. والجدول الاتي يبين المستويات المطلوبة من العناصر الكبري والصغري في الأوراق (المجموعة في نهاية أغسطس).

العنصـــــر	المستوي المطلوب
النيتروجيـــن	٤و٢ – ٦و٢%
الفوسفـــور	١٣و٠ – ٣٣و٠%
البوتاسيـــوم	٣٥و١ – ٨٥و١%
الكالسيـــوم	٣٠و١ – ٠٠و٢%
الماغنســيوم	٣٥و٠ – ٥٠و٠%
البـــورون	٣٥ – ٥٠ جزء/ مليون
الـــزنــك	٣٥ – ٥٠ جزء/ مليون
النـحــاس	٧ – ١٢ جزء / مليون
المنجنيـــز	٥٠ – ١٥٠ جزء / مليون
الحديـــد	٥٠ فأكثر جزء / مليون

- أما التسميد النيتروجيني الزائد فيجب تجنبه مع الوضع في الاعتبار مصدر السماد فيجب تجنب السماد العضوي حيث أنه في المناطق الباردة يعمل علي تنشيط أنسجة عصارية في مرحلة متأخرة من موسم النمو تجذب اليها البكتيريا.
- أما أضافة مستوي عالي من البوتاسيوم فانه يعمل علي تقليل تركيزات الكالسيوم والمغنسيوم في الأوراق وله تأثير علي مسك هذين العنصرين. وقد أثبتت الأبحاث أن الأشجار التي تحتوي علي نسبة عالية من الكالسيوم والمغنسيوم في أوراقها تكون أكثر مقاومة لمرض اللفحة النارية.

د- العمليات الزراعية

- تؤثر العمليات الزراعية علي انتشار اللفحة النارية من خلال تأثيرها علي وجود النيتروجين فتأخيرالعمليات الزراعية يساعد علي تكوين نموات حديثة وهذه تكون شديدة التأثر بالبكتيريا.
- ويشتد المرض أيضاً في الحدائق التي تزرع فيها محاصيل تحميل مثبتة للنيتروجين مثل البرسيم وقد وجد بالفعل أن المرض قد قلت حدته عندما استبدلت هذه بمحاصيل تحميل نجيلية.
- وقد وجد أن التقليم الجائر يعمل علي تنشيط تكوين النموات الغضة شديدة التأثر بالمرض لذلك فان التقليم التدريجي الموسمي المحدود يعتبر أسلوباً للوقاية من المرض كما وجد أيضاً أن التقليم قبل التزهير مباشرة يؤدي الي دخول البكتيريا من خلال الجروح وانتشارها.
- اثبتت التقارير الفنية ان الري بالرش يؤدي الي زيادة الرطوبة الجوية حول الأشجار وحدوث إصابات شديدة للأفرع أما أثناء التزهير فإن ارتفاع الرطوبة يؤدي إلي حدوث لفحة للبراعم.
- الحدائق الموجودة في المناطق المنخفضة تكون أكثر عرضة للاصابة.
- يوضع في الإعتبار ايضاً ان البكتيريا تنتشر عن طريق الملامسة والملابس و الأحذية و إطارات الآلات الزراعية عند ملاصقتها لأجزاء مصابة.
- استخدام منظمات النمو تزيد من كمية الأزهار المصابة.
- تعتبر الطيور المهاجرة والرياح من أهم وسائل الأنتشار من قارة لأخري.

ثانياً : المسبب

- تتواجد البكتيريا "أيروينيا أميلوفورا" عادة في الإفرازات اللزجة التي تصاحب الأعراض المرضية وتبعاً لحالة الجو تكون حالة الإفرازات فأبسطها هي الحالة السائلة كما توجد أيضاً في صورة خيوط طولية تبدأ من السيقان أو الثمار. أما في الأزهار فإن البكتيريا تتمركز في العضو المؤنث من الزهرة.
- تتواجد البكتيريا أيضاً في صورة غير نشطة علي الأوراق وأسطح البراعم بأعداد قليلة كما توجد أيضاً في الأنسجة البراتشيمية للجهاز الوعائي ووجودها في الحالة الأخيرة غير مفهوم حتي الآن.
- يعتمد انتشار المرض علي وجود عدد كافي من الخلايا البكتيرية ففي المناطق التي يستوطن فيها المسبب ويحدث المرض بصورة منتظمة فإن الإصابة تحدث من ناتج التقرحات الموجودة من الموسم السابق.

- وفي المناطق التي لايحدث فيها المرض بصورة منتظمة فإن شدة الإصابة تعتمد علي اللقاح الذي يصل إلي الحديقة عن طريق العدوي خاصة النقل بالحشرات ولمسافات كبيرة. ومن المألوف أن الرياح والطيور تعمل علي نقل البكتيريا لمسافات بعيدة عبر القارات.

ثالثاً : الظروف البيئيه

ا- الطـقـــــس:

- تعتمد البكتيريا "أيروينيا أميلوفورا" علي الطقس اعتماداً رئيسياً في نموها وتكاثرها (المطر - الندي -الرطوبة النسبية - الحرارة).
- تنتشر اللفحة بدرجة عالية في درجات حرارة تتراوح بين ٢٤ - ٢٩° م بالرغم من أن المرض يحدث في مدي واسع من درجات الحرارة يتراوح بين ٤ - ٣٢ ° م.
- عندما ترتفع درجة الحرارة عن ٢٥ ° م مع توفر رطوبة نسبية عالية فإن ذلك يعمل علي إنتاج نموات زائدة من الأنسجة العصارية وهذه تكون شديدة القابلية للإصابة.
- يعمل المطر علي نشر المرض وحدوث الإصابة خاصة في بداية موسم النمو فاذا تبع ذلك جو دافيء ورطوبة نسبية عالية فالمتوقع أن ينتشر المرض بدرجة كبيرة وتقل الإصابة في المناطق التي ينعدم فيها المطر.

وعلي أية حال فقد تحدث إصابات وبائية للأزهار فتتساقط بالرغم من جفاف الجو.

- تؤدي الرياح الشديدة الي إحداث جروح في الأوراق تعمل علي دخول البكتيريا.
- معروف ايضاً أن حدوث رطوبة جوية عالية يلازمها رطوبة أرضية عالية أيضاً يؤدي إلي زيادة الرطوبة في المسافات بين الأنسجة وهذه تنشط معدل تكاثر وبقاء البكتيريا.
- ليس من الضروري توفر الأمطار لانتشار البكتيريا فتكفي ٧٠% رطوبه نسبية في صورة ضباب أو ندي أو حتي في صورة رطوبة علي أسطح الأنسجة لحدوث العدوي.

ب - الحشـــــــرات:

- تلعب الحشرات دوراً رئيسياً في انتشار المرض حيث تحمل البكتيريا علي أجسامها أو أثناء تغذيتها وأهم الحشرات التي تساعد علي انتشار المرض هي : (النمل - من التفاح الصوفي - البق - الذبابة المنزلية - نحل العسل - نطاطات الاوراق - الذبابة البيضاء - الذنابير).

والحشرات التي تتغذي علي الإفرازات البكتيرية اللزجة تحمل الميكروب معها فإذا كان لها دور في التلقيح فتنقله للأزهار واذا كانت حشرات ماصة فتنقله إلي الأفرع الخضرية.

ما هي كيفية مقاومة اللفحة النارية في الكمثري؟

- لاتوجد طريقة منفردة يمكن الإعتماد عليها في مقاومة المرض بل يجب تنفيذ برنامج متكامل يشتمل علي العمليات الزراعية والمقاومة الكيماوية لكل من البكتيريا المسببة والحشرات مع إحكام مواعيد تنفيذها.

- قبل التفكير في زراعة بستان كمثري أو إعادة زراعتها يجب ان يوضع في الحسبان تهديد مرض اللفحة للحديقة وذلك علي ضوء معرفتنا السابقة بنوع التربة – الصرف – حموضة الارض وعلاقة ذلك بشدة المرض وأيضاً درجة قابلية الأصول والأصناف للإصابة.
- من الثابت أن معظم مشاكل مرض اللفحة النارية تتركز في المزارع الفقيرة سيئة الصرف حيث أنه في الغالب ما تختار هذه المزارع لزراعة الكمثري لتحملها المعيشة فيها دون غيرها من أشجار الفاكهه كالخوخ إلا أنها تنتج أشجاراً ضعيفة وضعف التربه يعمل علي جذب المرض لاشجار الكمثري.

أولاً : التسميد والزراعة

يصمم برنامج التسميد لتنفيذ الآتي :

١ – عدم تشجيع تكوين الأفرع الخضرية المتأخرة.

٢ – إحداث توازن غذائي للعناصر الرئيسية مع الوضع في الإعتبار تجنب الزيادة في التسميد النيتروجيني.

٣ – الإهتمام بحالة التربة.

٤ – إضافة الجير لمعادلة الحموضة الزائدة إن وجدت وتحسن التربة.

٥ – تحسين الصرف بأي أسلوب حسب طبيعة المنطقة.

٦ – بالرغم من أن التسميد يتم عادة في موسم الربيع إلا أنه من المفضل فصل التسميد النيتروجيني عن البرنامج ويتبع له برنامج خاص فتضاف نصف الكمية في التربة قبل بدء النمو بشهر علي الأقل اذا كانت عدوي الأزهار لاتحدث عادة في المنطقة ويضاف النصف الآخر في صورة سماد ورقي أو رشاً علي الأرض بعد سقوط البتلات في صورة نيتروجين ذائب.

٧ – في التربة سيئة الصرف يضاف النيتروجين في صورة نترات حيث أنها تكون في متناول الأشجار مباشرة وتفضل نترات الكالسيوم حيث سيساعد الكالسيوم علي مقاومة الأشجار للفحة.

٨ – يجب تجنب الزراعة المتأخرة لأنها تشجع النمو المتأخر بتوفير كميات كبيرة من النيتروجين الصالح للأشجار.

٩ – يجب حش محاصيل التحميل مبكراً ثم يسمح لها بالنمو في منتصف الصيف.

١٠– يفضل الحشائش النجيلية عن البقوليات مثل البرسيم حيث الأخير يعمل علي منافسة الأشجار في النمو كما لايمكن معه التحكم في كمية النيتروجين المطلوبة للأشجار كما سبق شرحه.

ثانياً : التقليم والتخلص من التراكيب الضارة

- يفضل دائماً التقليم الموسمي المتدرج أي تقليم الأشجار تقليماً محدوداً علي مراحل حيث أن التقليم الجائر يشجع نمو العديد من الأفرع شديدة القابلية للأصابة بالإضافة إلي أن التقليم الدوري يعطي الفرصة للتخلص من التقرحات.
- يحظر التخلص من السرطانات المتكونة حيث أن إحداث جروح قد يؤدي الي دخول البكتيريا الي الشجرة وموتها بالكامل. والتخلص منها يجري في موسم السكون حيث تزال علي مسافة قليلة من سطح التربة وهذه الأجزاء المتبقية فوق سطح التربة تعمل علي نمو أنسجة حديثة في الموسم الجديد وعليه فتكرار تلك العملية لعدة سنوات سيعمل علي تكوين تراكيب مقاومة للفحة.

- رش المبيدات الحشائشية علي السرطانات يساعد علي احتمالات الإصابه باللفحة.
- يجب التخلص من المهاميز التي تتكون علي جذوع الشجرة حتي لاتتعرض للإصابه بالمرض.
- يجب تشجيع الإثمار المبكر للأشجار لأن ذلك سيساعدها علي الهروب من الإصابه باللفحة ولكن علي المزارعين معرفة ان التزهير المبكر له خطورته في احتمال إصابه الأزهار باللفحه إذا كانت لفحة الأزهار شائعة الحدوث بالمنطقة.

ثالثاً : خفض لقاح البكتيريا

- نظراً لأن البكتيريا ايروينيا أميلوفورا تبيت في التقرحات فانه يجب التخلص من هذه التقرحات بإزالتها إزالة كاملة حتي مع جزء من الأنسجة الحية.

- في بدايه موسم النمو ترش أشجار الكمثري بمزيج بوردو مضاف إليه زيت معدني وذلك لتقليل اللقاح السطحي وبالتالي تقل العدوي الثانوية التي تسبب خسائر للأشجار.

رابعاً : التخلص من تقرحات الموسم السابق

١ - عند وجود تقرحات علي الأشجار من الموسم الماضي يجب ازالتها ولو استدعي الأمر إلي التخلص من الشجرة بأكملها. وأسهل الطرق هي التخلص منها في نهاية موسم الشتاء وتحرق مع مراعاة تطهير الأدوات المستخدمة في ازالة هذه التقرحات وفي حالة إجراء عمليات التقليم والتخلص من هذه الأجزاء في مواعيد أخري غير نهاية الشتاء فيكون من المحتم تطهير الأدوات عقب كل قطع في محلول مطهر ويفضل محلول الكلور ١٠% مع الوضع في الإعتبار إن هذا المحلول كاو للأدوات ويجب في نهاية اليوم غسلها بالماء ثم تجفيفها وتزييتها.

٢ - يلجأ الي كشط التقرحات عندما لايزيد قطر القرحة عن نصف محيط الفرع الكبير أو الجذع مع العلم بأن هذه التقرحات تكثر في مناطق التقاء المهاميز والأفرع الصغيرة بالأفرع الكبيرة. ويتم كشط كل القلف في المناطق المتقرحه حتي نصل الي القلف السليم ولمسافه ٢سم علي الأقل من حافة القرحة ويستخدم في ذلك سكين تقليم ذو حافه مقوسه وذلك لتكوين كشط ذي شكل بيضاوي وعمودي علي الفرع لتشجيع تكوين الكالوس. وعقب الكشط يجب مسح المكان بالكحول ٧٠% أو بالكلور ١٠% ثم تغطي الأجزاء المعاملة بعجينة الجروح.

خامساً : التخلص من إصابات الأزهار المبكرة

- إذا ظهرت مجاميع من الأزهار مصابة باللفحة فيجب أن يتم إزالتها بعناية بالغة حتي لاتنتشر إلي مجاميع أخري سليمة ويتم التخلص منها لمسافة ١٥ - ٣٠سم اسفل المناطق المصابة حيث أن الأنسجة تكون حاملة للبكتيريا دون أن يظهر عليها الأعراض.

ـ قبل التزهير بمدة تتراوح بين ١٠ ــ ١٤ يوم يجب الكشف علي الأشجار لاحتمال وجود اصابات فاذا وجدت إصابات علي الأفرع المصابه فتكسر الأفرع المصابه باليد أسفل المناطق المصابه واذا وجدت مهاميز مصابة فيتم التخلص منها لمسافة ١٥ سم أسفل مناطق الأصابه.

ويتم الكشف الدوري والتخلص من هذه الأجزاء مرتين أسبوعياً ولعدة أسابيع تالية.

سادساً : منع تقدم المرض في الأشجار

يتم ذلك عن طريق التحكم في انتشار المرض في الأشجار عن طريق مقاومة الحشرات الناقلة للبكتيريا والتحكم في الظروف المحيطة بالعائل عن طريق المعاملة الكيماوية لتثبيط تكاثر البكتيريا.

سابعاً: المقاومة الكيماوية

تؤثر المبيدات البكتيريه علي مرض اللفحة النارية في فترات محددة من نمو الأشجار وهي طور الكمون ـ طور التزهير ـ طور ما بعد التزهير. ونتيجة المعامله بالكيماويات في تلك الفترات يتحدد انتشار البكتيريا ويقل المرض في الحديقة وتمتنع الإصابات الجديده. والمبيدات البكتيرية (المضادات الحيوية) ذات تأثير محدود وقليلة العدد.

هناك نظامان للمقاومة الكيماوية:

إما استخدام مركبات النحاس أو استخدام المضادات الحيوية. ومن الثابت أن مركبات النحاس ليست في كفاءة المضادات الحيويه وأشهر مركبات النحاس المستخدمة في مقاومة اللفحة النارية هو خليط ايدروكسيد النحاس والكبريت (كوسيد ١٠١) ومزيج بوردو ويستعمل بكثره.

معروف أيضاً ان مركبات النحاس تؤدي الي حدوث اصفرار في الأوراق أو تشوهات علي الثمار.

ـ أهم المضادات الحيوية هي ستربتوميسن (أجريميسن ـ اجريسترب) وهي أكفاء المضادات المتداولة للمقاومة حيث تحد من تكاثر البكتيريا إلا أن انتشارها الوعائي المحدود يجعلها غير فعالة لرش الأزهار غير المتفتحة.

ويستخدم الاجريسترب بتركيز ٥٠ ـ ١٠٠ جزء في المليون رشاً ولرفع كفاءته يضاف اليه عامل قابل للبلل مثل ريجبوليد علي أن يتم الرش مع بداية الظلام أو خلاله لتتمكن الأشجار من الأمتصاص الجيد في ظل ظروف الجفاف المحدود.

ـ قد تظهر سلالات من البكتيريا مقاومة للاستربتوميسن ولايكون هناك بديل عن استخدام الاوكسيتتراسيكلين (تيراميسن) أو مركبات النحاس.

مواعيـــــد الـــــــرش :

ا- طور السكون :

في البساتين التي ظهر فيها المرض بشدة في الموسم السابق يرش تركيز عالي من مزيج بوردو مع الزيت المعدني أو ايدروكسيد النحاس مع الزيت المعدني وهذا يؤخر انتاج لقاح مرضي في التقرحات. والنسب المفضلة هي ٨ : ٨ : ١٠٠+١% زيت معدني أو ١ – ٢ كيلو من ايدروكسيد النحاس أو خليط من ايدروكسيد النحاس والسلفيث لكل ١٠٠ جالون ويضاف الزيت المعدني. وهذه الكمية تكون كافية لكمية ٣٢٠ جالون/ فدان بعد مرحلة امتلاء البراعم أو قبل التفتح (قمة نامية بطول ٦ ملليمتر).

- يلاحظ تجنب استخدام مركبات النحاس في المراحل المتأخرة من النمو حيث يكون لها سمية شديدة في هذا الطور.
- المعاملة بالزيوت في طور السكون تلعب دوراً في تقليل تعداد الحشرات والأكاروسات التي تنقل المرض.

ب- طور التزهير:

- من الثابت أن أزهار جميع الأصناف قابلة للأصابة فعندما ترتفع درجات الحرارة عن 18°م خاصة إذا تواجدت الأمطار أو رطوبة نسبية ٦٠% وجب الرش فوراً رشاً وقائياً ويكون الرش كل ٥ أيام بالتبادل أو عندما تكون نسبه التزهير ٥ ، ٥٠ ، ١٠٠% وحتي إذا لو كان التزهير سريعا بحيث لايمكن معه تحديد هذه النسب بدقة فلابد من الرش وذلك لأن الأزهار المتفتحه حديثاً تكون شديده الحساسيه للإصابة كما أن المركبات المستخدمة في المقاومة لاتؤثر علي الأزهار الغير متفتحة.
- تتباين التوصيات الخاصة بالرش الوقائي أثناء التزهير من منطقة جغرافية لأخري.
- للمضادات الحيويه ومركبات النحاس تأثير وعائي محدود يساعد علي مقاومة المرض لذلك يجب المعاملة بهذه المركبات قبل حدوث الإصابة في إطار برنامج المكافحة. فمثلاً مزيج بوردو بتوليفته ٢:٦ : ١٠٠ أو ٣ : ٣ : ١٠٠ يناسب لفحة الأزهار.

ج- طور ما بعد التزهير:

- إذا استمرت درجة الحرارة المناسبة لانتشار اللفحة فيستمر الرش كل ٧ –٢١ يوم بالتناوب حسب ظروف البيئة والصنف. ففي الصيف يكون الرش ٣ مرات بعد التزهير وحيث تلعب الحشرات دوراً هاماً في نقل البكتيريا فإنه من الضروري المقاومة الجيدة للحشرات أثناء النمو الخضري للأشجار.
- كثيراً ما تتكون أفرع جديدة في نهاية أغسطس وسبتمبر خاصه عندما ترتفع الرطوبة بعد موسم جفاف وهذه تعمل علي انتشار المن الذي يساعد علي نقل البكتيريا وانتشار المرض لذلك كان من الضروري مقاومته مباشرة.

د- مقاومة الحشرات الناقلة:

تلعب الحشرات دوراً أساسياً في الإصابة الأولية لذلك كانت مقاومتها قبل موسم التزهير حتمية.

- معاملة الأشجار بالزيوت في فترات السكون تساعد علي الحد من انتشار الحشرات الزاحفة.
- الحشرات الماصة خاصة المن تعتبرمن عوامل نقل العدوي للأفرع الخضرية خاصة في المشاتل حيث تكون النموات الخضريه كثيفه. وأثناء التغذية فإنه بجانب احداثها للجروح فانها تعمل علي دخول البكتيريا بالإضافه الي أنها تساعد علي الانتشار من مكان لآخر علي الفرع.

تلخيص لبرنامج المكافحة المتكاملة لمقاومة اللفحة النارية وللحفاظ علي أدني مستوي من الإصابة

أولاً : اختيار مكان البستان والحفاظ عليه

١ ـ يختار البستان الجيد ألصرف ويمكن تطويره بتحسين طرق الصرف المعروفة.

٢ ـ تحش باستمرار محاصيل التحميل لتقليل تعداد الحشرات بالبستان.

٣ ـ تخلص من السرطانات في موسم الكمون.

٤ ـ تخلص من الأفرع المصابة باللفحة في البستان سواء علي أشجار الكمثري أو أشجار الزينة والشجيرات من نفس العائلة ويجب أن يشمل ذلك مسافة ٨٠٠ م علي الأقل حول البستان.

٥ ـ تجرى عملية تقليم دورياً غير جائر لتجنب تكون جروح كبيرة.

٦ـ يجري كشفاً دورياً للبستان خلال موسم التزهير وبداية الصيف للتخلص من الأفرع المصابه باللفحه وحرقها مع ملاحظة ان يكون قطع الأفرع المصابه ٤٥ ـ ٦٠ سم أسفل الأعراض المرئية.

٧ ـ تعقم الأدوات عقب كل قطع في محلول كلور ١٠ % ولمده ٢ ـ ٣ ثواني وتغسل الأدوات بالماء في نهاية اليوم ثم تجفف وتزيت لمنع الصدأ.

ثانياً : اختيار الأشجار والتغذية وتحليل التربة

١ ـ كلما أمكن تختار الأصول والأصناف المقاومة.

٢ ـ اختبر الحالة الصحية للأشجار خلال تحليل دوري للأوراق واهتم بالتسميد للحفاظ علي مستوي متوازن من العناصر الغذائية (نيتروجين ـ فوسفور ـ بوتاسيوم).

٣ ـ قم بتحليل التربة لارشادك عن احتياجاتها.

٤ ـ تجنب الري بالرش ويمكن استخدام الري بالتنقيط.

ثالثاً : اعتبارات في المقاومه

١ ـ حافظ علي مستوي أداء آلآت الرش ونظافتها بصورة جيدة.

٢ ـ عقب الأنتهاء من التقليم للحديقة المصابة قم برش الحديقة باكملها بمزيج بوردو (٣ر٥ كجم كبريتات نحاس + ٣ر٥ كجم جير حي + ١٠٠ جالون ماء) مضافاً اليه ١ % زيت معدني وذلك عند ظهور القمم الخضراء لطول ٦ ملليمتر.

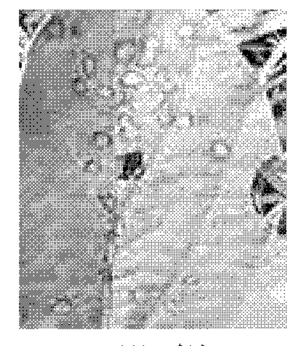
٣ ـ اجر عملية الرش بالمضادات الحيوية عند ٥% ، ٥٠ % تزهير أو كل خمسه أيام بالتناوب خاصة إذا استمر الطقس دافئاً ـ ممطراً ـ رطباً خلال موسم التزهير.

٤ ـ امتنع عن الرش بالمبيدات الحشرية أثناء التزهير ولكن حافظ علي برنامج مقاومة الحشرات خلال موسم لنمو.

٦-٢-٢ جنس Pseudomonas يتبعة أنواع هامة هى:

المرض		النوع
• إحتراق أوراق التبغ (الدخان)	Wildfire	*Pseudomonas tabaci*
• التبقع الزاوى أو الأحتراق • الأسود للأوراق فى التبغ	Angular Leaf Spot or Blackfire Of Tobacco	*Pseudomonas angulata*
• التبقع الزاوى فى الخيار	Agular Leaf Spot Of Cucumber	*Pseudomonas lacrymans*
• اللفحة الهالية فى الفاصوليا	Halo Bligt Of Beans	*Pseudomonas phaseolicola*
• اللفحة الهالية فى الشوفان	Halo Bligt Of Oats	*Pseudomonas cronafaciens*
• اللفحة البكتيرية فى البازلاء	Bacterial Blight Of Peas	*Pseudomonas pisi*
• البقعة السوداء فى الدلفينيم (العايق)	Black Spot Of Delphinium	*Pseudomonas delphinil*
• التبقع البكتيرى فى القرنفل	Bacterial Leaf Spot Of Carnation	*Pseudomonas woodsii*
• التبقع البكتيرى فى الفردنيا	Bacterial Leaf Spot Of Gardinia	*Pseudomonas gardeniae*
• اللفحة البكتيرية فى فول الصويا	Bacterial Leaf Spot Of Soybean	*Pseudomonas glycinae*
• اللفحة البكتيرية فى الليلج	Bacterial Leaf Spot Of Lilac	*Pseudomonas syringae*

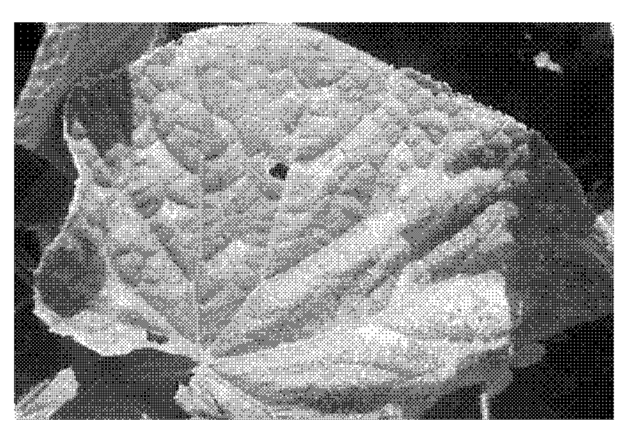
٦-٢-٢-١ اللفحة البكتيرية فى فول الصويا Bacterial Blight of Soybean
Pseudomonas glycinea


شكل ــ ١٧
اعراض الاصابة باللفحة فى فول الصويا

• تعتبر هذه البكتيريا طرازاً مرضياً من البكتيره ***Pseudomonas syringae*** تنتشر اللفحة البكتيرية لفول الصويا فى كثير من مناطق زراعتة حيث تظهر على الأوراق والسيقان والقرون تبقعات بنية غير منتظمة دون تكون هالة حولها. تلتحم هذه التبقعات مكونة أنسجة متقرحة، تجف ثم تسقط هذه الأنسجة. قد تتكون كميات محدودة من الإفرازات البكتيرية الرمادية أو البنية على أسطح هذه التقرحات. تُحمل البكتيريا على البذور وتعيش على مخلفات المحصول وتعمل على نشر العدوى فى الموسم التالى.

• أعراض اللفحة البكتيرية فى فول الصويا المتسببة عن الإصابة بالبكتيره سيدوموناس جليسين ـ حين تظهر الأعراض على الأوراق الصغيرة فى صورة بقع مزوية صغيرة يتباين لونها بين الأصفر إلى البنى وتحاط مراكز البقع بحواف مائية ـ تتحول مراكز البقع إلى مناطق جافة تحاط بحواف ضيقة صفراء على السطح العلوى للورقة (شكل-١٧).

٦-٢-٢-٢ التبقع الزاوى فى الخيار Angular Leaf Spot of Cucumber
Pseudomonas lachrymans



شكل –١٨
اعراض الاصابة بالتبقع الزاوى فى الخيار

تعتبر هذه البكتيره طرازاً مرضياً من البكتيره المسبب *Pseudomonas syringae* يؤثر على كل من الأوراق و السيقان و الثمار فى كل من الخيار والكوسة والشمام وبعض النباتات الأخرى التابعة للعائلة القرعية. تبدأ الأعراض بظهور تبقعات مستديرة على الأوراق سرعان ما تكبر مكونة مساحات محددة الزوايا أو غير منتظمة. فى الجو الرطب تخرج من البقع الموجودة على الأسطح السفلية للأوراق قطيرات من الإفرازات البكتيرية تجف فى النهاية مكونة قشور تميل إلى اللون الأبيض. تتحول المناطق المصابة إلى اللون الرمادى ثم تجف وتتشقق وغالباً تسقط تاركة ثقوباً كبيرة غير منتظمة على الأوراق (شكل-١٨). تظهر على الثمار بقع صغيرة مستديرة وسطحية غالباً. عندما تموت الأنسجة المصابة تتحول هذه البقع إلى اللون الأبيض ويحدث بها تشققات تدخل منها الفطريات المسببة للعفن الطرى والبكتيريات المختلفة حيث تتعفن كل الثمرة.

تقضى البكتيريا فترة الشتاء على البذور الملوثة والنباتات المهملة، وتنتشر منها على الأوراق الفلقية والمستديمة للبادرات حيث تدخل من خلال الثغور والجروح .

الـــــمقاومة:

يقاوم المرض عن طريق إستخدام بذور سبق إختبارها والتأكد من سلامتها الصحية والتركيز على زراعة أصناف مقاومة للمرض – إتباع دورة زراعية مناسبة – يفيد أحياناً الرش بمركبات النحاس المخلوطة مع مبيدات بكتيرية أخرى فى تقليل ومقاومة المرض.

٦-٢-٣ جنس Xanthomonas يتبعة أنواع هامة هى:

المرض		النوع
• اللفحة العادية فى الفاصوليا	Common Blight Of Beans	*Xanthomonas phaseoli*
• التبثرات البكتيرية فى فول الصويا	Bacterial Pustule Of Soybean	*Xanthomonas phaseoli var. sojensis*
• التبقع الزاوى فى القطن	Angular Leaf Spot Of Cotton	*Xanthomonas malvasearum*
• لفحة الأوراق البكتيرية فى الأرز	Bacterial Leaf Blight Of Rice	*Xanthomonas oryzea*
• التخطيط البكتيرى فى أوراق الأرز	Bacterial Leaf Streak Of Rice	*Xanthomonas translucens f. sp. oryzicola*
• التبقع البكتيرى فى الثمارات ذات النواه الحجرية	Bacterial Spot Of Stone Fruits	*Xanthomonas pruni*
• التبقع البكتيرى فى الطماطم والفلفل •	Bacterial Spot Of Tomato And Pepper	*Xanthomonas vesicatoria*
• التخطط الأحمر وعفن القمة فى قصب السكر •	Red Stripe And Top Rot Of Sugarcan	*Xanthomonas rubrilineans*
• التبقع الورقى البكتيرى فى البيجونيا	Begonia Leaf Spot	*Xanthomonas bogoniae*
• لفحة الأوراق فى الجلاديوس	Leaf Blight Of Gladiolus	*Xanthomonas gummisudans*
• التبقع الورقى وعفن الساق فى الجيرانيوم •	Geranium Leaf Spot And Stem Rot	*Xanthomonas plargonii*
• لفحة الجوز	Walnut Blight	*Xanthomonas juglandis*

٦-٢-٣-١ اللفحات البكتيرية فى الفاصوليا Bacterial Blight of Bean
Xanthomonas phaseoli


شكل – ١٩
اعراض الاصابة باللفحة فى الفاصوليا

- تصاب الفاصوليا واللوبيا والترمس والبسلة وفول الصويا بنوعين من اللفحات، الأولى هى اللفحة العادية Common Blight وتسببها البكتيريا *Xanthomonas phaseoli* واللفحة الهالية Halo Blight وتسببها البكتيريا *Pseudomonas phaseolicola* وتعتبر هذه البكتيريا طرازاً مرضياً من البكتيريا *Pseudomonas syringae* ينتشر المرضين فى زراعات الفاصوليا ويسببا أعراضاً متشابهة إلى حد كبير. ويصعب التمييز بين أعراضهما فى الحقل. تهاجم البكتيريا الأوراق والقرون والسيقان والبذور (شكل-١٩).
- يبدأ ظهور الأعراض على السطح السفلى للأوراق على هيئة بقع صغيرة مشبعة بالماء. تستطيل التبقعات ثم تلتحم مع بعضها مكونة بقعاً كبيرة تتحول فى النهاية إلى تقرحات. ويمكن للبكتيريا أيضاً ان تدخل الجهاز الوعائى فى الورقة وتنتشر منه إلى الساق. فى حالة اللفحة الهالية تتكون على الأوراق حلقات صفراء مائلة للخضرة قطرها حوالى ١٠ مم حول البقع المائية، وتعطى الأوراق مظهراً مصفراً.
- أما فى حالة اللفحة العادية فتحاط المناطق المائية بهالات لامعة ضيقة من انسجة ذات لون أصفر ليمونى تتحول إلى اللون البنى وتصبح متقرحة.
- وخلال الإلتحام بين البقعات الكثيرة الصغيرة تتكون مناطق ميتة ذات أشكال مختلفة. يعطى المرضين أعراضاً متماثلة تماماً على السيقان والقرون والبذور، ولكن الإفرازات البكتيرية التى تخرج من مناطق الإصابة يختلف لونها فى الحالتين، فتكون صفراء اللون فى اللفحة العادية ذات لون كريمى فاتح أو فضى فى حالة اللفحة الهالية.

- على السيقان تظهر الأعراض على هيئة بقع مائية وأحياناً تتكون قرح غائرة تتسع بالتدريج فى اتجاه طولى ثم تتحول إلى اللون البنى وتنفصل غالباً عند السطح ليخرج منها الإفرازات البكتيرية. تتركز هذه الأعراض عادة فى المناطق المجاورة للعقدة الأولى على الساق حيث تطوق البكتيريا هذه المنطقة ويحدث

ذلك عادة عند قرب نضج الثمار (مرحلة النضج المتوسط). تتكسر النباتات الغزيرة النمو عند هذه التقرحات لذلك يطلق على هذه الأعراض بالساق المطوق Girdle Stem أو العفن المتصل Joint Rot.

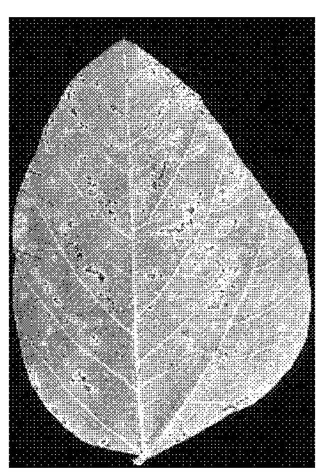
- يظهر على القرون بقع مائية. ويتقدم الإصابة تتسع وتلتحم ثم تتحول إلى اللون البنى أو الأحمر. غالباً ما يصاب الجهاز الوعائى المتمثل فى تدريزات القرون ويتسبب عن ذلك إصابة الأنسجة المجاورة فتتحول إلى مناطق شبة مائية وتبعاً لذلك تصاب البذور من خلال اتصالها بالقرون وقد تتعفن أو تذبل. اذا اصيبت البادرات مبكراً وهى صغيرة فإنها تظهر درجات مختلفة من الذبول والتلون معتمدة فى ذلك على الوقت وشدة الإصابة.
- يقضى نوعى البكتيريا فترة الشتاء فى البذور والسيقان المصابة. فى البذور تنتقل البكتيريا إلى الفلقتين ومنها تنتشر إلى بقية الأوراق فيما بعد أو تدخل الجهاز الوعائى مسببة إصابة وعائية لتتكون تقرحات على الساق والأوراق. وفى داخل النبات تتحرك البكتيريا بين الخلايا وفى النهاية تتهشم الخلايا وتتكون جيوباً ممتلئة بالبكتيريا. تتكاثر البكتيريا فى نسيج الخشب وتتحرك لأعلى ولأسفل لتنتقل إلى الأنسجة البارنكيمية. ربما تخرج الإفرازات البكتيرية من خلال الثغور أو تنتشر فى الأنسجة، وربما تدخل مرة أخرى إلى السيقان والأوراق لتتكرر الإصابة.

- المقاومة :
- تقاوم لفحات فول الصويا عن طريق إستخدام بذور نظيفة خالية من الإصابة... وإتباع دورة ثلاثية زراعية... والرش بالمبيدات الفطرية النحاسية.

٦-٢-٣-٢ التبثرات البكتيرية فى فول الصويا Bacterial Pustule of Soybean

Xanthomonas phaseoli var sojensis

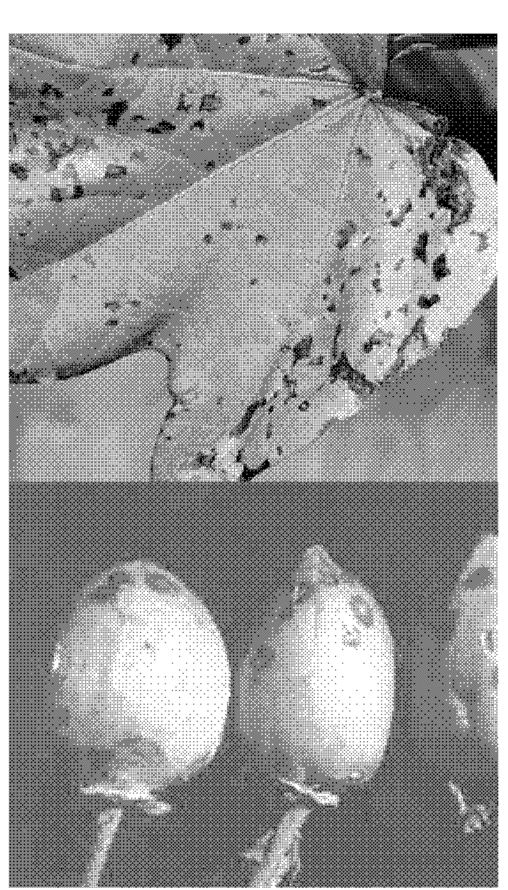
- ينتشر المرض فى زراعات فول الصويا فى الولايات المتحدة وآسيا حيث تظهر مساحات كبيرة من البثرات الصفراء اللون على سطحى الورقة. تتحول هذه المساحات إلى اللون البنى المحمر وتحاط بهالة مصفرة غالباً. تدخل البكتيريا إلى الأوراق من خلال الثغور لتنتشر فى المسافات البينية للخلايا ثم تتكون بثرات لا تكون مصحوبة عادة بأى افرازات بكتيرية وهذا يميزها عن أعراض مرض اللفحة البكتيرية. على القرون تتكون بقع بنية صغيرة تميل إلى الإحمرار. تتواجد البكتيريا على بقايا النبات، تنتشر منها وتصيب الأصناف القابلة للإصابة خلال فترة هطول الأمطار (شكل-٢٠).



شكل – ٢٠

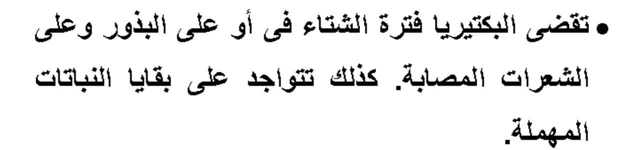
اعراض الاصابة بالتبثرات فى فول الصويا

٦-٢-٣-٣ التبقع الزاوى فى القطن Angular Leaf Spot of Cotton
Xanthomonas malvacerum



شكل – ٢١
اعراض الاصابة بالتبقع الزاوى فى القطن

- ينتشر المرض فى كثير من زراعات القطن خاصة فى المناطق شبه الإستوائية حيث تظهر الأعراض فى صورة بقع صغيرة مستديرة مائية على السطح العلوى للأوراق الفلقية والمستديمة وعلى سيقان البادرات عقب الإنبات مباشرة حيث تموت هذه البادرات فى معظم الأحوال. فى الأطوار المتأخرة من الإصابة يتكون للبقع زاويا ويتحول لونها إلى البنى ثم إلى الأسود. وفى بعض الأصناف تظهر الأوراق المصابة باللون الأصفر ثم تتجعد وتسقط وتسطيل البقع الموجودة على السيقان الصغيرة وتصبح سوداء اللون حيث يطلق على هذا المرض الزراع الأسود Black Arm. فى بعض الأحوال تتصل التبقعات الموجودة على الساق مكونة حلقات تعمل على موت السيقان. تتكون أيضاً على الثمار (اللوز) تبقعات زاوية أو غير منتظمة الشكل (شكل٢١). وفى الجو الحار الرطب تصبح هذه التبقعات غائرة. وقد تغزو البكتيريا الثمار فتسبب تعفنها وسقوطها أو نشوهها.



- تقضى البكتيريا فترة الشتاء فى أو على البذور وعلى الشعرات المصابة. كذلك تتواجد على بقايا النباتات المهملة.

- **الـــمقاومة :**
- استخدام بذور مختبرة خالية من الإصابة وزراعة أصناف مقاومة كلما أمكن ذلك. إتباع دورة زراعية مناسبة. وعند وجود شك فى إحتمال تلوث البذور تعامل بمركبات النحاس والمضادات الحيوية.

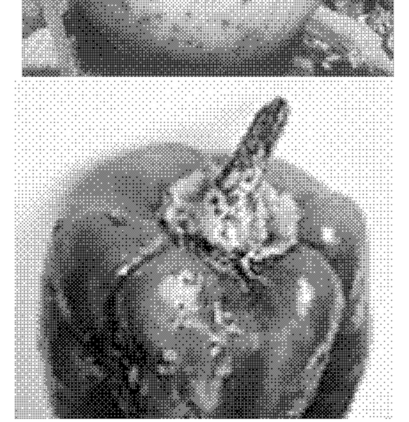
٦-٢-٣-٤ اللفحة البكتيرية أو التخطيط البكتيرى فى النجيليات والحشائش
Bacterial Blight or Stripe of Cereals and Grasses
Xanthomonas translucens

- ينتشر المرض فى زراعات الشعير وبقية المحاصيل النجيلية والحشائش ويسبب المرض نقصاً فى المحصول. تظهر الأعراض على نصل الورقة وغمدها على هيئة مناطق مستطيلة مائية تتصل مع بعضها مكونة خطوطاً غير منتظمة ضيقة مصفرة أو بنية لامعة ذات مراكز شبه شفافة (شكل-٢٢) تتكون قطيرات من الإفرازات البكتيرية على هذه الخطوط. وفى الإصابة الشديدة تتحول الأوراق إلى اللون الأصفر ثم تموت مبتدئة بالقمم النامية ومتجهة إلى أسفل حيث تصاب الأوراق والقنابع إصابة شديدة (لفحة). تتكون أيضاً تبقعات على قصرة الحبوب. ينتشر المرض فى الطقس المطير. تقضى البكتيريا فترة شتائها على البذور وفى بقايا المحصول وتنتشر فى الربيع عن طريق الأمطار والحشرات حيث تتكرر العدوى.

شكل –٢٢
اعراض الاصابة بالتخطيط البكتيرى فى النجيليات

- **المقاومة :**
- يقاوم المرض عن طريق إستخدام بذور سليمة سبق إختبارها ومعاملة البذور بالكيماويات والمضادات الحيوية مع إتباع دورة زراعية مناسبة لتقليل اللقاح البكتيرى.

٦-٢-٣-٥ التبقع البكتيرى فى الطماطم والفلفل
Bacterial Spot of Tomatoes and Pepper
Xanthomonas vesicatoria



شكل –٢٣

اعراض الاصابة بالتبقع فى الطماطم والخيار

- من الأمراض الواسعة الإنتشار حيث يسبب أضراراً على الأوراقوالسيقان خاصة فى طور البادرات. يشاهد المرض بوضوح على الثمار. تبداء الأعراض على الأوراق بظهور تبقعات صغيرة غير منتظمة رمادية اللون تميل إلى الاحمرار وذات اقطار حوالى ٣ مم. يظهر فى البقعة مركز أسود يحاط بهالة ضيقة صفراء. قد تسبب كثرة التبقعات على الأوراق فى تشوهها وتسقط. تؤدى إصابة الأزهار إلى تساقطها. أما على الثمار الخضراء فتظهر بقعاً مائية مرتفعة قليلاً عن سطح الثمرة وتحاط بهالة بيضاء مخضرة، تكبر فى الحجم لتصل إلى ٣ ـ ٦ مم قطراً. تختفى هذه الهالات فيما بعد وتتحول البقع إلى اللون البنى ثم الأسود وتصبح غائرة صلبة خشنة الملمس.
- تقضى البكتيره فترة الشتاء على البذور الملوثة وعلى بقايا النباتات التربة وربما على عوائل أخرى، تنتشر بواسطة مياه الأمطار والرياح الملامسة لتدخل الأوراق من خلال الثغور والجروح. وتدخل الثمار من خلال الجروح (شكل-٢٣).

- **المقاومة:**
- تعتمد المقاومة على إستخدام بذور وشتلات سليمة صحياً. كذلك الرش بواسطة المركبات النحاسية عند ظهور الإصابة فى الحقل خاصة فى الجو الجاف.

٦-٢-٣-٦ التبقع البكتيرى فى الفواكة ذات النواه الحجرية
Bacterial Spot of Stone Fruits
Xanthomonas pruni


شكل – ٢٤
اعراض الاصابة بالتبقع البكتيرى فى الفواكهة ذات النواة الحجرية

- ينتشر المرض فى معظم المناطق التى تزرع فيها الفواكة ذات النواه الحجرية. ويسبب المرض فقداً كبيراً فى المحصول وخفضاً فى صفاتة التسويقية. كما تضعف الأشجار عن طريق تكوين بقع وتشوهات على الأوراق وعلى الأفرع الزهرية. يظهر المرض بصورة واضحة على أشجار الخوخ - البرقوق - المشمش أكثر من بقية أشجار الثمار ذات النواه الحجرية الأخرى (شكل-٢٤).
- تبدأ ظهور الأعراض على الأوراق فى صورة بقع صغيرة مستديرة أو غير منتظمة مشبعة بالمياه.

تتسع هذه البقع فى المساحة (١ - ٥ مم قطراً) وتصبح ذات زوايا ثم تتحول إلى اللون الإرجوانى أو البنى - غالباً ما تتكون تشققات حول البقع حيث تتكسر المناطق المصابة وتسقط تاركة ثقوباً تعرف بإسم .

- قد تلتحم عدة تبقعات على الورقة مكونة مساحة كبيرة مصابة. تتحول الأوراق المصابة إلى اللون الأصفر ثم تسقط. تظهر الأعراض أيضاً على الثمار فى صورة تبقعات صغيرة مستديرة بنية مضغوطة قليلاً. تتشقق بعض المناطق المجاورة للبقع ويخرج منها افرازات صمغية خاصة فى الجو المطر كما يتكون على الأفرع الزهرية فى الربيع تبقعات ارجوانية داكنة أو سوداء غائرة إلى حد ما حول البراعم.
- تستدير هذه التبقعات أو تصبح ناقصة الإستدارة، وقد تظهر هذه التبقعات على الألإرع الخضرية فى فصل الصيف.
- تقضى البكتيريا فترة الشتاء على المناطق المصابة من الأفرع الزهرية وفى البراعم. فى الربيع تخرج افرازتها لتنتشر بواسطة مياه الأمطار والحشرات إلى الأوراق الصغيرة والثمار والألإرع الزهرية لتحدث الإصابة حيث تدخل من الفتحات الطبيعية والخدوش الناتجة على الأوراق. يشتد المرض على الأشجار الضعيفة ولهذا فيجب الحفاظ على الأشجار فى صورة جيدة النمو حيث يساعد ذلك فى مقاومة هذا المرض.

- **المقاومة:**
- حقن الأشجار بالمضادات الحيوية عقب حصاد الثمار يعطى نتائج جيدة فى المقاومة للموسم التالى. أما الرش بالكيماويات فلا يفيد.

المراجع

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th Ed. Academic Press.

Alexopovlos, C. J. 1962. Introductory Mycology. John Wiley & Sons, Inc. New York. 613 PP.

Elwakil, M. A. and Tagra, Baider 1983. Plant Diseases Caused By Bacteria, Mycoplasma, Spiroplasma and Rickettsia. Mosul University Press, Iraq 200 pp.

Elwakil, M. A.. 1985. Plant Diseases caused by Phytopathogenic prokaryotes 1st ed. Dar Al-Marrif Co. Egypt. 229 pp.

Compandium of peper diseases. 2003. American Phytopathological Society Press.

Fahy, P. C. and Persley, G. J. 1983. Plant Bacterial Diseases, A diagnostic Guide Academic Press. 393 PP.

Farr, D. F.; Bills, G. F.; Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y. 1989. Fungi on Plants and Plant Products in the united states. APS Press. St Paul, Minnesota USA. 1252 PP.

Fischer, G. W. and Holton, C. S. 1957. Biology and Control of the Smut Fungi. The Ronald Press Company, New York. 622 PP.

Hewitt, H. G.1998. Fungicides in crop protection**.** CAB International.

Jarvis, W. R. 1992. Managing Diseases in Greenhouse crops. APS Press St. Paul, Minnesota, USA 288 PP.

Khan, R. P. and S. B. Mathur. 1999. Containment facilties and safeguards. 231PP. APS. ST. Paul Minnesota, USA

Klement, Z.; Rudolph, K. and D. C. Sands 1990. Methods in phytobacteriology. Akademia Kiado, Budapest, 568 pp.

Kranz, J.2002. Comparative Epidemiology of plant diseases. Springer press.

Masao Gota. 1990. Fundamentals of Bacterial Plant Pathology. Pages 342, AP, Inc**.**

Masao, G. 1990. Fundamental of Bacterial Plant Pathology. Academic Press, Inc. 342 PP.

Narayanasamy, P.2002. Microbial plant pathogens and crop disease mangement**.** Sience Publishers, Inc.Plymouth,UK**.**

Robert, P. K. and Mathur S.B. 1999. Containment Facilities and Safe Guards for Exotic Plant Pathogens and Pests APS. St. Paul. Minnesota. 213 PP.

Singh, R. S.2000.Diseases of fruit crops. Sience Publishers, Inc.Plymouth,UK**.**

Singh, R. S.2001. Plant Disease Mangement .Sience Publishers, Inc.Plymouth,UK**.**

Stakman, E. C. and Harrar, J. G. 1957. Principles of Plant Pathology. The Ronald Press Co. New York 581 PP.

Streets, R. B. 1969. Diseases of the Cultivated Plants of the Southwest. The univ. of Arizona Press, Tucson , Arizona 390 PP.

Tattar , T. A. 1978. Diseases of shade trees. Academic Press. Inc. 361 PP.

VAN DER Plank, J. E. 1963. Plant Diseases: Epidemics and Control. Academic Press 349 PP.

Walker, J. C. 1957. Plant Pathology, McGraw Hill Book company, INC. 707 PP.

• مواقع

- منظمة الاغذية والزراعة — www.fao.org
- جمعية امراض النباتات الامريكية — http://www.apsnet.org
- مجلات علمية متخصصة فى امراض النباتات

• CABI Publishing	• http://www.cabi.org/catalog/journals
• Cambridge Journals	• http://www.cup.cam.ac.uk/journals/jnlsaz.htm
• Current Opinion in Plant Biology	• http://www.current-opnion.com/
• Molecular Plant-Microbe Interactions	• http://www.apsnet.org/mpmi/
• Molecular Plant Pathology	• http://www.blackwell-science.com/mpp
• Mycological Research	• http://www.cup.cam.ac.uk/
• Mycologist	• http://uk.cambridge.org/.
• Phytopathology	• http://www.apsnet.org/phyto/
• Phytoparasitica	• http://www.phytoparasitica.org/
• Plant Disease	• http://www.apsnet.org/pd/
• Plant Health Progress	• http://www.planthealthprogress.org/